A. hydr. 31 f·1
Weber von Ebenhof
Der
Gebirgs-
Wasserbau
Text





2° A. hydr. 31 f - 1

Weber

<36622043820010
<36622043820010
Bayer. Staatsbibliothek

DER
GEBIRGS-WASSERBAU

(FLUSSREGULIERUNG UND HAUPTSCHLUCHT-VERBAUUNG)

IM

ALPINEN ETSCH-BECKEN

UND SEINE BEZIEHUNGEN ZUM

FLUSSBAU DES OBERITALIENISCHEN SCHWEMMLANDES.

MIT UNTERSTÜTZUNG DES TIROLER LANDTAGES
UND GENEHMIGUNG DER KAIS. KÖN. REGIERUNG

HERAUSGEGEBEN VON

ALFRED RITTER WEBER VON EBENHOF,

K. K. BAURATH DER MÄHRISCHEN STATTHALTEREI, SUPPLENT DER LEHRKANZEL FÜR WASSERBAU UND MELIORATIONSWESEN, MITGLIED DER II. STAATSPRÜFUNGS-COMMISSION FÜR DAS INGENIEURFACH UND PRIVATDOCENT FÜR WILDBACH-VERBAUUNG UND WASSERBAU AN GEBIRGSFLÜSSEN AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN BRÜNN, MITGLIED DER STÄND. PRÜFUNGS-COMMISSION FÜR BEHÖRDLICH AUTOR. PRIVATTECHNIKER UND DER METEOROLOGISCHEN COMMISSION, MITGLIED DES ÖSTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES UND DES DONAU-VEREINES IN WIEN, DES DEUTSCHEN UND ÖSTERREICH. ALPEN-VEREINES, DES CLUB ALPINISTI TRIDENTINI, DES NATURFORSCHENDEN VEREINES, DES GEWERBE-VEREINES, DES GEWERBE-MUSEUMS ETC. IN BRÜNN.

MIT 81 TEXT-ILLUSTRATIONEN UND EINEM ATLAS VON 61 TAFELN.

WIEN 1892.
SPIELHAGEN & SCHURICH, VERLAGSBUCHHANDLUNG
I., KUMPFGASSE 7.
DRUCK VON RUDOLF M. ROHRER IN BRÜNN.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

VORWORT.

Die grossen Elementar-Ereignisse im letzten Decennium haben dazu beigetragen, das öffentliche Interesse an dem Schicksale der Alpenländer im höchsten Maasse wachzurufen und die Frage nach den Ursachen solcher Zustände und den Mitteln, sie zu mildern oder zu beheben, auf die Tages-Ordnung gebracht.

Das Bedürfnis, das ganze Gebiet des Wissenswürdigen aus dem Gebiete des Wasserbaues einzelner grosser Flussläufe, besonders aber der Etsch, gesammelt darzustellen, war ein umso tiefer gefühltes, als bisher ein Werk über diesen Fluss überhaupt nicht vorhanden war.

Diesem Bedürfnisse entspringt das vorliegende Werk, welches ich hiemit der nachsichtigen Beurtheilung der Fachgenossen übergebe.

Wenn ich den Muth hatte, an diese schwierige Aufgabe heranzutreten, so geschah es in der Ueberzeugung, dass nicht leicht jemand anderer die Gelegenheit hatte, sich die Kenntnis des einschlägigen Gebietes und der Literatur desselben in gleicher Weise zu verschaffen. Meine mehrjährige Beschäftigung als Ingenieur beim Baue der Gotthard-Bahn in der Schweiz am Beginne meiner praktischen Laufbahn, die spätere mehrjährige Stellung als Bauleiter der Gewässer-Regulierungs- und Wildbach-Verbauungs-Arbeiten im classischen Wildbachgebiete der Valsugana, sowie in Judicarien in Südtirol, die mehrjährige Beschäftigung in denselben Zweigen im Wasser- und Strassenbau-Departement im k. k. Ministerium des Innern in Wien, die längere Substitution der Stelle des Bau-Inspectors der Etsch-Regulierung in Tirol in den Jahren 1890/91, die Stellung bei der Ueberprüfung des Etsch-Projectes in diesen Jahren, sowie vielfache Reisen in Tirol, Italien und der Schweiz haben es mir ermöglicht, die Gebiete der Etsch mit ihren Seitenflüssen bis zum adriatischen Meere, des Po, des Ticino, des Oglio, des Chiese, der Sarca, der Brenta und des Bacchiglione nicht nur aus eigener Anschauung kennen zu lernen, sondern auch an die Wasserbauten der Etsch, der Sarca, Chiese, der Brenta und des Bacchiglione werkthätig Hand anzulegen und alle bezüglichen Verhandlungen eingehend kennen zu lernen.

Damit ist für mich auch die moralische Pflicht erwachsen, die Erfahrungen, die ich in so vielen Jahren und so vielen Orten, die wichtigen Nachrichten, die ich aus zahllosen, vollkommen zerstreuten Schriften und Verhandlungen mit oft grosser Mühe gesammelt habe, der Mitwelt zu übergeben, damit diese in die Lage versetzt werde, auf der so geschaffenen Grundlage weiter zu bauen.

Da aber dieses Werk lediglich eine Privatarbeit ist, so standen mir zu seiner Vollendung bei der intensiven anderweitigen Inanspruchnahme im Amte und in der Lehrthätigkeit nur die freien Stunden und einige der Erholung entzogene Monate zur Verfügung, woraus die Schwierigkeit seines Zustandekommens beurtheilt werden möge.

Wenn daher das vorliegende Werk mitunter auch Lücken aufweisen sollte, so möge dies nachsichtsvoll entschuldigt und erwogen werden, dass die sorgfältige Ausfeilung des Stoffes das Erscheinen des Werkes um Jahre hinausgeschoben hätte, was gewiss nicht zum Vortheile der Sache gereicht haben würde.

Eine Fülle reichen Stoffes aus dem Gebiete des Flussbaues in Tirol und Italien, insbesondere auch der grossartigen und bisher sehr wenig bekannten Thalsperrenbauten an den Hauptschluchten der grossen Nebenflüsse der Etsch wird hier zumeist zum erstenmale der wissenschaftlichen Welt geboten.

Um aber auf der Höhe der Aufgabe zu bleiben, war es nicht zu umgehen, aus verwandten Wissenszweigen wichtige Daten und Ergebnisse, deren Aufsuchung aus zerstreuten Werken und Artikeln in Fachzeitschriften dem Ingenieur zu grosse Mühe bereiten müsste, insoweit gesammelt darzustellen, als dies zur Uebersicht erforderlich ist.

Es ist dies insbesondere in der Geologie und Meteorologie geschehen, also in Wissenszweigen, welche mit dem praktischen Wasserbau vielfach untrennbar verbunden sind.

Es war hiebei selbstverständlich nicht immer Aufgabe des Verfassers, in diesen Special-Gebieten Neues zur Bereicherung dieser Wissenschaften zu schaffen, sondern musste er sich oft lediglich auf die übersichtliche Zusammenfassung der bestehenden Resultate beschränken, wobei die Quellen, von denen nur solche allerersten Ranges benützt worden sind, stets genau angegeben erscheinen. — Insbesondere wurden aus dem Gebiete der Geologie die Werke von Suess, Mojsisovics, Hauer, Lepsius, Bittner, Vacek, Diener u. s. w., aus dem Gebiete der Meteorologie die Werke von Hann, Brückner, Fritz, Czerny und vielen anderen als grundlegend benützt. — Auf eigentlichem wassertechnischen Gebiete habe ich die glänzende Literatur Italiens, deren geistige Höhe mich mit aufrichtigster Bewunderung erfüllt, vielfach benützt.

Was meinen eigenen Antheil an dem bewältigten Materiale anbelangt, so liegt dieser in praktischer Hinsicht in der Umarbeitung und Begründung des Etsch-Regulierungsprojectes vom Jahre 1890, welches unter meiner Leitung entstanden ist.

In rein wissenschaftlicher Hinsicht sind die Resultate über den Zusammenhang der Geschiebeführung mit den erdbewegenden Kräften und den letzten geologischen Ursachen, sowie diejenigen über den Zusammenhang der Wasserstände, Niederschläge, Temperatur, Wein- und Getreide-Ergebnisse untereinander und mit der Frequenz der Sonnenflecken, weiters die auf die Ursachen der Ueberschwemmungen und die Systeme der Flussregulierungen und Verbauungen bezüglichen Erörterungen als mein eigenes Product anzusehen. — Die so geschöpften Resultate haben selbstverständlich nicht bloss einen localen, sondern einen allgemein wissenschaftlichen Wert und dient das Etsch-Gebiet nur als Object, an welchem neue wichtige Wahrheiten des Gebirgs-Wasserbaues sichergestellt und vorgeführt werden.

Compilatorischer Natur sind lediglich die auf die Geschichte der Ueberschwemmungen in Tirol und Italien seit dem Alterthum und Mittelalter bis in die jüngste Zeit, weiters die auf die Geschichte der Etsch-Regulierung u. s. w. bezüglichen Abschnitte, zu deren Verfassung jedoch zumeist ganz zerstreutes und noch ungedrucktes Materiale verwendet werden musste.

Aber auch diese Abschnitte schmiegen sich dem ganzen Werke in organischer Weise an, so dass sich dasselbe als eine einheitliche, überall auf die letzten wissenschaftlichen Ursachen und Ziele hinweisende Monographie darstellt, wie eine solche über einen grossen Fluss des Gebirges und der Ebene, wie es die Etsch ist, in der technischen Literatur bisher noch nicht besteht.

Indem ich schliesslich den Entwurf für die k. k. technische Anstalt für die Hydrographie des Etsch-Gebietes mit dem Sitze in Bozen und eine detaillierte wissenschaftliche Instruction für die letztere verfasste, habe ich gleichzeitig die Wege gewiesen, auf welchen weiter gearbeitet werden muss, um die hydrographischen Verhältnisse dieses Gebietes vollkommen klarzustellen, in welcher Hinsicht mein vorliegendes Werk, welches alles über die Etsch in hydrographischer Hinsicht Wissenswerte enthält, in Hinkunft wohl stets als Ausgangspunkt wird betrachtet werden müssen.

Zu wünschen wäre nur, dass nach diesem Anfange auch andere wichtige Flüsse Oesterreichs eine analoge Behandlung erfahren, in welcher Hinsicht sich die Schaffung einer Centralanstalt für die Hydrographie des österreichischen Kaiserstaates, welche im innigsten Zusammenhange mit einer einheitlichen obersten Wasserbau-Behörde stehen müsste, als unerlässlich zeigt, wenn der Vorsprung, den die hochentwickelte moderne Wasserbau-Wissenschaft vor der Praxis bereits erlangt hat, in harmonischer Weise ausgeglichen werden soll.

Schon bei Herausgabe des vorliegenden Werkes zeigten sich die Schwierigkeiten, die der Einzelne bei solchen Aufgaben zu überwinden hat, da derartige Werke, deren Herstellung unverhältnismässige Kosten verursacht, sich für ein buchhändlerisches Unternehmen nicht eignen und daher zumeist nur auf Kosten einzelner Staaten und Länder herausgegeben werden können.

Diese Schwierigkeiten wurden durch die Subventionierung des vorliegenden Werkes seitens des hohen Tiroler Landtages zum grossen Theile überwunden, daher ich mich verpflichtet fühle, dieser hohen, auf das Interesse des Tiroler Landes weise bedachten Körperschaft an erster Stelle meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.

Es erübrigt mir noch meinen Dank allen jenen hohen Stellen und Privatpersonen auszusprechen, welche mich zumeist durch ertheilte Auskünfte, die Erlaubnis Copien und Abschriften von wichtigen Plänen und Aufzeichnungen zu nehmen u. dgl. bei der Verfassung des Werkes unterstützten.

Vor allem erstatte ich den ehrerbietigsten Dank Sr. Excellenz dem Herrn k. k. Minister-Präsidenten Eduard Grafen Taaffe, sowie den hohen k. k. Ministerien des Innern und für Ackerbau, Sr. Excellenz dem Herrn k. k. Statthalter für Tirol und Vorarlberg Franz Grafen Merveldt und dem früheren k. k. Statthalter Sr. Excellenz Bohuslav Freiherrn v. Widmann, durch deren Vertrauen es mir ermöglicht war, an den grossen Regulierungs- und Wildbachverbauungs-Actionen in Tirol werkthätigen Antheil zu nehmen.

Ebenso ist es meine Pflicht, Sr. Excellenz dem königl. italienischen Minister der öffentlichen Arbeiten in Rom und den Herren Vorständen der Provinzial-Bauämter und des Stadt-Bauamtes Verona im Etsch-Gebiete des Königreiches Italien meinen tiefgefühltesten Dank für die mir als Privatmanne bezeigte wohlwollende Gefälligkeit zu erstatten. Weiters bin ich zu besonderem Danke verpflichtet dem Herrn k. k. Oberbaurath August Ritt, Vorstand des technischen k. k. Statthalterei-Bau-Departements und Oberbauleiter der Etsch-Regulierung in Tirol, dessen grossen Kenntnissen, fachmännischer Begabung und wohlwollendem Entgegenkommen ich manche schätzenswerte Anregungen und wichtige Auskünfte verdanke, sowie dem Herrn k. k. Hofrathe und Professor Hann, Director der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, der mit schätzenswerter Aufopferung zahlreiche von mir erbetene Auskünfte

stets in der liebenswürdigsten Weise ertheilte, dem löblichen Landes-Ausschusse von Tirol, insbesondere seinem unermüdlichen Mitgliede und tiefen Kenner der Etsch-Regulierungs-Verhältnisse Dr. Ritter v. Graf, dem Herrn Landescultur-Ingenieur Franz Neuner, dem Landesculturrathe von Trient, den Handelskammern von Bozen und Roveredo, dem Stadtmagistrate von Trient, dem Herrn k. k. Baurath und Etsch-Bau-Inspector Konstantin Pesta, den Herren k. k. Oberingenieuren und Bauleitern der Etsch-Regulierung Karl Neuner in Bozen und Johann Perghem in Trient, dem Herrn Ingenieur Hüny, ehemals in Trient, den Herren k. k. Specialcommissären der Etsch-Regulierung k. k. Bezirkshauptmann Anton Posselt-Csorich in Bozen und Anton Pedrotti in Trient, dem Herrn Annibale Apollonio, Wasserbau-Ingenieur der Stadt Trient, dem Herrn Dr. Karl de Pretis, Civil-Ingenieur in Trient, der General-Direction der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft und vielen anderen Fachgenossen und Factoren, welche besonders zu nennen der Raum mir nicht gestattet.

BRÜNN, im October 1891.

Der Verfasser.

INHALT.

Seite

Vorwort III
Inhalt VII
Literaturverzeichnis XII
Einleitung XVII

I. THEIL.

Allgemeines über das Etsch-Gebiet und sein Verhältnis zur norditalienischen Tiefebene.

I. Abschnitt.

Allgemeines über das Etsch-Gebiet.

1. Capitel: Einleitung 1
2. Capitel: Name des Etsch-Flusses 2
3. Capitel: Allgemeine Beschreibung des Flusslaufes der Etsch . . 2

II. Abschnitt.

Das norditalienische Gebirgsbecken.

4. Capitel: Einleitung 3
5. Capitel: Topographie des oberitalienischen Beckens 4
6. Capitel: Geologischer Bau des oberitalienischen Beckens . . . 4
7. Capitel: Die Fläche des oberitalienischen Beckens 5
8. Capitel: Der Po. — Allgemeines.
A. Name des Po 6
B. Flusslauf des Po 6
C. Eindämmung des Po 8
9. Capitel: Die venetianischen Flüsse.
A. Uebersicht 9
B. Der Tagliamento 9
C. Die Livenza 9
D. Die Piave 9
E. Die Brenta 9
F. Der Bacchiglione 10
G. Der Gorzone 11
10. Capitel: Der Einfluss der Meeresbewegungen auf die Entwicklung der adriatischen Küste Oberitaliens.
A. Allgemeines 11
B. Die Wellenbewegungen 11
C. Die Meeresströmungen 11
11. Capitel: Die Entstehung des oberitalienischen Schwemmlandes 12
12. Capitel: Die Höhenlage der Po-Ebene dem Flussbette gegenüber 15
13. Capitel: Die Geschiebemengen des Po und der venetianischen Flüsse 16
14. Capitel: Die Stabilisierung des Flussbettes des Po 19
15. Capitel: Kurze Beschreibung des Flussregimes des Po 19
16. Capitel: Säculare Boden- und Meeresschwankungen an der Einmündung der venetianischen Flüsse in das Meer.
A. In historischer Zeit 20
B. In vorhistorischer Zeit 22
C. Schlussfolgerungen 23

II. THEIL.

Die Etsch in Tirol.

III. Abschnitt.

Beschreibung der Etsch in Tirol.

17. Capitel: Allgemeine Beschreibung des Gebirgsbeckens der Etsch 25
18. Capitel: Die Niederschlagsgrenzen des Etsch-Gebietes 29
19. Capitel: Allgemeine Beschreibung des Flusslaufes der Etsch und ihrer Zuflüsse 29
20. Capitel: Die Seen des Etsch-Gebietes 31
21. Capitel: Die Ausmaasse der Niederschlagsgebiete der Etsch und ihrer Seitenzuflüsse 32
22. Capitel: Geologische Verhältnisse des Etsch-Thales.
A. Geographische Verbreitungsgebiete der geologischen Formationen im Etsch-Gebiete.
I. Die Primär-Formation 32
II. Die paläozoischen Ablagerungen 34
III. Die mesozoischen Gebirge 37
IV. Känozoische Formationen 41
B. Allgemeines über die Entstehung der Kettengebirge 50
C. Verbreitung der jungen Kettengebirge auf der Erdkugel 52
D. Allgemeines über den Bau der Alpen 53
E. Die Entstehung der Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Etsch-Gebietes 54
F. Der Schichtenbau Südtirols 56
G. Landschaftlicher Charakter Südtirols 58
H. Die Thalbildung der Etsch 58
23. Capitel: Besondere Topo- und Hydrographie des Etsch-Thales in Tirol.
A. Einleitung 59
B. Der Etsch-Lauf im Vintschgau 61
C. Der Etsch-Lauf von Meran bis Bozen 64
D. Der Etsch-Lauf von Bozen bis Gmund 65
E. Der Etsch-Lauf von Gmund bis St. Michele 66
F. Der Etsch-Lauf von St. Michele bis Sacco 69
G. Der Etsch-Lauf von der Leno-Mündung bei Sacco bis zum adriatischen Meere 74
24. Capitel: Die Gefällsverhältnisse der Etsch vor der Inangriffnahme der Regulierung 74

IV. Abschnitt.

Geschichte der Ueberschwemmungen des Etsch-Thales in Tirol.

Einleitung 77
25. Capitel: Aeltere Ueberschwemmungen 77
26. Capitel: Die Ueberschwemmung vom Jahre 1868 79
27. Capitel: Die Ueberschwemmungen des Jahres 1882 80
28. Capitel: Die Ueberschwemmungen nach dem Jahre 1882 . . . 89

V. Abschnitt.

Geschichte der Etsch-Regulierung in Tirol.

29. Capitel: Die ältesten Anfänge der Etsch-Regulierung in Tirol 99
30. Capitel: Das Project Nowak's 100
31. Capitel: Die Allerhöchste Entschliessung vom 26. August 1826 102
32. Capitel: Das Gutachten Pasetti's vom 14. December 1845 . . 103
33. Capitel: Sohm's Regulierungsproject für den Etsch-Fluss in der Strecke von Gmund bis Masetto 109
34. Capitel: Das Gutachten Kink's über die Regulierung von Gmund bis Masetto 110
35. Capitel: Das Project für die Strecke Meran—Bozen 111
36. Capitel: Das Project Semrad's für die Strecke von St. Michele bis Sacco 111
37. Capitel: Die Landesgesetze vom Jahre 1879, betreffend die Etsch-Regulierung 112
38. Capitel: Die Regulierung der neutralen Section 112
39. Capitel: Die Landesgesetze vom Jahre 1886 112

Seite

40. Capitel: Das Gutachten des eidgenössischen Ober-Bauinspectors Adolf v. Salis über die Etsch-Regulierung von Meran bis Sacco vom 23. August 1886 116
41. Capitel: Die Revisions-Commission vom Jahre 1886 117
42. Capitel: Schlussbetrachtung 119

VI. Abschnitt.

Das Etsch-Regulierungsproject nach den Gesetzen vom Jahre 1879 und 1886.

43. Capitel: Einleitung . 120
44. Capitel: Allgemeine Grundsätze des Etsch-Regulierungsprojectes 120
45. Capitel: Das Etsch-Regulierungsproject in der Strecke von Meran bis zur Eisack-Mündung (I. Section) 121
A. Die Regulierungs-Trace 122
B. Das Normalprofil.
1. Ermittlung nach Böhm und Schwind 124
2. Ermittlung des Normalprofiles durch die Commission des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 124
C. Das Längenprofil 125
D. Die Herstellung der Uferbauten 126
E. Die Baukosten 126
46. Capitel: Das Etsch-Regulierungsproject in der Strecke von der Eisack-Mündung bis Gmund (Section I/a).
A. Die Regulierungs-Trace 126
B. Das Normalprofil 126
C. Das Längenprofil 127
D. Das Bauprogramm 127
E. Die Baukosten 127
47. Capitel: Das Etsch-Regulierungsproject für die Strecke von der Eisenbahnbrücke in Gmund bis zu derjenigen von St. Michele (II. Section).
A. Die Regulierungs-Trace 127
B. Die Querprofile 129
C. Das Längenprofil 129
D. Die Baukosten 129
48. Capitel: Das Etsch-Regulierungsproject für die Strecke von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis zur Leno-Mündung bei Sacco (III. Section).
A. Die Regulierungs-Trace 129
B. Die Wassermengen 131
C. Bestimmung der Normalprofile 133
D. Das Längenprofil 135
E. Die Bau-Ausführung 135
F. Herstellung von Durchstichen 135
G. Herstellung von Normalisierungen 136
H. Die Bauvergebung und der Bauvertrag 136
J. Anhang: Die Kostenberechnung (Beispiel) 138
K. Die Baukosten der III. Section 139
L. Die Kosten-Repartition auf die einzelnen Interessenten 140
M. Directe Wassermessungen an der Etsch in Tirol . . . 142

III. THEIL.

Die Verbauung der Hauptschluchten grosser Seitenthäler.

49. Capitel: Die wichtigsten Seitenbäche der Etsch in der III. Section 145

VII. Abschnitt.

Der Fersina-Wildbach.

50. Capitel: Einleitung . 145
51. Capitel: Aelteste Ansiedlung bei Trient und hieraus gezogene Schlussfolgerungen 147
52. Capitel: Die Thalsperre bei Pont' alto.
A. Einleitung . 148
B. Historische Daten über die Pont' alto-Sperre 148
C. Die Constructionsart der Pont' alto-Sperre 154
D. Ueber die Erosion am Fusse der Thalsperre 155
53. Capitel: Die Madruzza-Thalsperre im Fersina-Wildbach.
A. Einleitung . 155
B. Die Wahl der Baustelle 156
C. Beschreibung der Sperre 156
D. Die Ableitung der Fersina während der Bau-Ausführung 158
E. Die Baukosten 159

Seite

54. Capitel: Die Cantanghel-Thalsperre im Fersina-Wildbach bei Trient.
A. Einleitung . 160
B. Allgemeine Beschreibung des Bauprojectes 161
C. Bauvertrag . 162
D. Die Bau-Ausführung 162

VIII. Abschnitt.

Der Avisio.

55. Capitel: Einleitung . 164
56. Capitel: Beschreibung des Flusslaufes 164
57. Capitel: Gefälle des Avisio 165
58. Capitel: Die Wassermengen des Avisio 165
59. Capitel: Das Regulierungsproject des Avisio.
A. Einleitung . 166
B. Geschichtliche Notizen über den Ort Lavis und die ältesten Uferschutzbauten daselbst 166
C. Wichtige Folgerungen aus der Geschichte des Ortes Lavis . 167
D. Die verschiedenen Anträge der Experten über die Avisio-Regulierung 168
60. Capitel: Die Thalsperre im Avisio bei St. Giorgio oberhalb Lavis.
A. Baubeschreibung 173
B. Die Festigkeits-Construction 174
C. Die Bau-Ausführung.
a) Bau-Inangriffnahme und Wahl der Bauzeit 176
b) Die Fundierung der Thalsperre 177
c) Die Anlage der unteren Durchlässe der Thalsperre . 178
d) Weitere Ausführung 179
e) Die Baukosten 179

IX. Abschnitt.

Der Leno-Bach.

61. Capitel: Einleitung . 180
62. Capitel: Geschichtliche Daten über die älteste Anlage von Roveredo . 180
63. Capitel: Wichtige Folgerungen aus der Geschichte der Gründung Roveredos . 181
64. Capitel: Die Terragnolo-Sperre 182
A. Projectsbeschreibung 183
B. Baubeschreibung auf Grund der Ausführung 184
C. Kostenabrechnung 185
65. Capitel: Die Thalsperre bei St. Colombano 185

X. Abschnitt.

Der torrente Gola (Ross-Bach).

66. Capitel: Einleitung . 186
67. Capitel: Die Camelli-Sperre am Ross-Bach bei Calliano.
A. Beschreibung 186
B. Kostenberechnung 186

IV. THEIL.

Die Etsch in Italien.

XI. Abschnitt.

Allgemeine Beschreibung des gegenwärtigen Flusslaufes.

68. Capitel: Der Hauptfluss 187
69. Capitel: Die Seitenzuflüsse der Etsch in Italien 189
70. Capitel: Der Tartaro-Canalbianco-Po di Levante 190
71. Capitel: Die Seitencanäle der Etsch 190

XII. Abschnitt.

Geschichte des Etsch-Flusses und seiner Regulierung in Italien.

72. Capitel: Der Etsch-Lauf in vorhistorischer Zeit 191
73. Capitel: Der Etsch-Lauf in historischer Zeit 192

XIII Abschnitt.

Specielle Beschreibung der Flussverhältnisse in Italien.

	Seite
74. Capitel: Das Längenprofil	198
75. Capitel: Relative Höhenlage der Etsch und des Po zum adriatischen Meere	200
76. Capitel: Das Flussbett und die Dämme	201
77. Capitel: Die Wasserstände der Etsch	202
78. Capitel: Die Ursachen des Hochwassers vom Jahre 1882	205
79. Capitel: Die Wassermengen der Etsch in Italien	205
80. Capitel: Die Hochwassermengen der Etsch in Italien	206
81. Capitel: Die Vorwärtsbewegung der Hochwasserwelle von Trient zum adriatischen Meere	208
Anhang I. Gutachten des Professors Turazza über die Hebung des Hochwassers in Verona aus Anlass der Etsch-Regulierung in Tirol	209
Anhang II. Gutachten des Professors Bucchia über denselben Gegenstand	212

V. THEIL.

Die meteorologischen und hydrologischen Beobachtungen im alpinen Etsch-Becken.

XIV. Abschnitt.

Allgemeine meteorologische Daten über das alpine Etsch-Gebiet.

82. Capitel: Einleitende Bemerkungen über das Klima des Etsch-Gebietes	214
83. Capitel: Die meteorologischen Beobachtungs-Stationen des Etsch-Gebietes	216
84. Capitel: Beobachtungen über die Temperatur des Etsch-Gebietes	218
85. Capitel: Der Luftdruck	220
86. Capitel: Die Bewölkung	221
87. Capitel: Der Dampfdruck und die relative Feuchtigkeit	221
88. Capitel: Die Winde	222

XV. Abschnitt.

Die Wasserstandsmessungen im alpinen Etsch-Gebiete.

89. Capitel: Einleitung	226
90. Capitel: Die Niederwasserstände der Etsch	228
91. Capitel: Die mittleren Wasserstände der Etsch	228
92. Capitel: Die Hochwasserstände der Etsch	229
93. Capitel: Die Maxima der Hochwasserstände	230
94. Capitel: Der Verlauf der grössten Hochwässer	232

XVI. Abschnitt.

Die Niederschlagsbeobachtungen im alpinen Etsch-Gebiete.

95. Capitel: Geschichtliches	238
96. Capitel: Allgemeines über die örtliche Vertheilung der Niederschläge	239
97. Capitel: Die Jahressummen der Niederschläge	241
98. Capitel: Die Vertheilung der Niederschläge im Jahre	242

XVII. Abschnitt.

Specielle meteorologische Beobachtungen während der Dauer der grössten Hochwässer im alpinen Etsch-Gebiete.

99. Capitel: Allgemeine Uebersicht der letzten grossen Hochwässer	246
100. Capitel: Die meteorologischen Begleit-Erscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1882	246
101. Capitel: Die meteorologischen Begleit-Erscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1885	250
102. Capitel: Die meteorologischen Begleit-Erscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1888	252
103. Capitel: Die meteorologischen Begleit-Erscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1889	253
104. Capitel: Die meteorologischen Begleit-Erscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1890	255

XVIII. Abschnitt.

Zusammenhang der Wasserstände der Etsch mit den Niederschlagsmengen.

	Seite
105. Capitel: Zusammenhang der täglichen Pegelstände der Etsch im Verlaufe eines ganzen Jahres mit den täglichen Niederschlagsbeobachtungen derselben Periode	258
106. Capitel: Vergleich der maximalen Hochwasserstände der Etsch mit den Jahressummen der Niederschläge	261
107. Capitel: Vergleich der maximalen Wasserstände der Etsch mit den Niederschlagssummen einzelner charakteristischer Monate	266

XIX. Abschnitt.

Zusammenhang der Frequenz der Sonnenflecke mit den Niederschlägen und Wasserständen im Etsch-Gebiete, mit den täglichen Schwankungen der magnetischen Declination, den Polarlichtern u. s. w., sowie mit der Getreide-Ernte und den Weinerträgen.

108. Capitel: Historisches über die Entdeckung der Sonnenflecke	267
109. Capitel: Die Natur der Sonnenflecke	268
110. Capitel: Die Periodicität der Sonnenflecke	271
111. Capitel: Zusammenhang der Sonnenflecke mit dem Polarlichte	273
112. Capitel: Zusammenhang der Sonnenflecke mit dem Erd-Magnetismus	274
113. Capitel: Zusammenhang der Sonnenflecke mit der Temperatur	276
114. Capitel: Zusammenhang der Sonnenflecke mit den Regenmengen und den Wasserständen der Flüsse	277
115. Capitel: Zusammenhang der Sonnenflecke mit den Niederschlägen und Wasserständen im Etsch-Gebiete	280
116. Capitel: Zusammenhang der Sonnenflecke mit den Getreide- und Weinpreisen im Etsch-Gebiete	284

VI. THEIL.

Die Revision des Etsch-Regulierungsprojectes im Jahre 1890—91.

117. Capitel: Einleitung	290

XX. Abschnitt.

Die Revision des Etsch-Regulierungsprojectes der Section I.

118. Capitel: Allgemeines über den bisherigen Erfolg der Regulierung in dieser Section	290
119. Capitel: Ermittlung der bei den bisher beobachteten höchsten Hochwasserständen in den einzelnen Flusstrecken abgeflossenen Hochwassermengen	292
120. Capitel: Ermittlung der berechneten höchsten Hochwasserlinie, beziehungsweise der Durchflussprofile und der neuen Damm-Nivellette	293

XXI. Abschnitt.

Die Revision des Etsch-Regulierungsprojectes der Section I/a.

121. Capitel: Allgemeines über den Erfolg der Regulierung in dieser Section	295
122. Capitel: Einige allgemeine Bemerkungen, betreffend die beiden oberen Sectionen I/a und II	296
123. Capitel: Ermittlung der bisherigen grössten Hochwassermengen der Section I/a	297
124. Capitel: Entwicklung des Längenprofiles des theoretisch ermittelten Hochwasserstandes, beziehungsweise der künftigen Dammkronenhöhen, sowie der entsprechenden Durchflussprofile	298
Beilage A. Berechnung der am 12. und 13. Juli 1890 niedergegangenen, beziehungsweise zum Abflusse gekommenen Regenmengen und Vergleichung derselben mit den im Wege der Rechnung gefundenen Hochwasser-Durchflussmengen	300
Beilage B. Berechnung der Hochwassermengen, welche am 13. Juli 1890 die Flussprofile bei *km* 29·700, 33·000 und 34·400 per Secunde passiert haben	303

Seite

XXII. Abschnitt.

Die Revision des Etsch-Regulierungsprojectes in der Section II.

125. Capitel: Allgemeines über den Erfolg der Etsch-Regulierung in dieser Section 304
126. Capitel: Ermittlung der Hochwasser-Nivellette und Berechnung der Durchflussprofile 306

XXIII. Abschnitt.

Die Revision des Etsch-Regulierungsprojectes der Section III.

127. Capitel. Allgemeine Bemerkungen über den bisherigen Erfolg der Etsch-Regulierung in dieser Section 308
128. Capitel: Vorbericht über die Erhebungen zur Projectsüberprüfung der Section III 309
129. Capitel: Untersuchungen über die Wassermenge des Hochwassers vom Jahre 1882 310
130. Capitel: Neue Gefälle, die das Hochwasser vom Juli 1890 zeigte 315
131. Capitel: Berechnung der Normalprofile 315
132. Capitel: Beschreibung des neuen Projectes 316
133. Capitel: Discussion einiger Variationen des Durchflussprofiles für die Strecke oberhalb der St. Lorenzo-Brücke . . 317
134. Capitel: Varianten für die Lose III und IV 318
135. Capitel: Die Abzugsgräben 318
136. Capitel: Die Kosten für den Ausbau der Etsch-Regulierung in der III. Section 319

VII. THEIL.

Die Reconstructionen an der Avisio-Sperre.

137. Capitel: Die Reconstruction des Umlaufcanales der Avisio-Sperre . 321
138. Capitel: Studien für eine eventuelle Reconstruction der Avisio-Sperre . 327

VIII. THEIL.

Schlussbetrachtungen über die Regulierung der Gebirgsflüsse.

139. Capitel: Allgemeines über die Regulierung der Gebirgsflüsse 330
140. Capitel: Die Verbauung der Wildbäche in Südtirol 337
141. Capitel: Die grossen Thalsperren 340
142. Capitel: Der Wald und die Ueberschwemmungen 342

ANHANG I.

Gutachten der Etsch-Regulierungs-Oberbauleitung in Innsbruck über die Einrichtung des hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes im Flussgebiete der Etsch.

Einleitung . 345
1. Capitel: Der Zweck des meteorologischen und hydrographischen Beobachtungsdienstes 346
2. Capitel: Die Niederschlagsbeobachtungen.
 A. Geschichtliches 347
 B. Die bereits vorhandenen ombrometrischen Beobachtungs-Stationen 348
 C. Die geplante Ergänzung des ombrometrischen Beobachtungsnetzes 349
 D. Methode und Geräthe der ombrometrischen Messungen 351
 E. Verarbeitung der Beobachtungsergebnisse 352
 1. Die räumliche Vertheilung des Jahresniederschlages 353
 2. Die zeitliche Vertheilung des Jahresniederschlages 353
 3. Der Niederschlag in der jährlichen Periode . . 353
 4. Die Tagesniederschläge 354
 5. Die Niederschlagswahrscheinlichkeit 354
3. Capitel: Die hydrographischen Arbeiten.
 A. Die Wasserstandsbeobachtungen 354
 1. Die vorhandenen Pegel im Etsch-Gebiete . . . 355
 2. Die nothwendige Ergänzung des bestehenden Pegelnetzes 355
 3. Geräthe und Art der Wasserstandsbeobachtungen 355
 4. Die Verarbeitung der Beobachtungsdaten über die Wasserstände 356

Seite

 B. Ermittlung der Abflussmengen 356
 1. Ermittlung der Abflussmengen durch Formeln . 356
 2. Ermittlung der Wassermengen durch directe Messungen 357
 C. Verarbeitung des gewonnenen Beobachtungsmateriales 357
 D. Die übrigen hydrographischen Arbeiten 357
4. Capitel: Der Hochwasser-Nachrichtendienst 357
5. Capitel: Die übrigen meteorologischen Beobachtungen 360
6. Capitel: Die Organisation der zu errichtenden technischen Anstalt für die Hydrographie des Etsch-Gebietes . . 361
 A. Die Organisation der hydrographischen Abtheilung des culturtechnischen Bureaus des Königreiches Böhmen 361
 B. Die Organisation des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie des Grossherzogthums Baden . . 362
 C. Vorschläge für die Organisation des hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes im Etsch-Gebiete . 362
 D. Die Kosten der Einrichtung der beantragten hydrographischen Abtheilung für das Etsch-Gebiet in Bozen 363
 E. Jährliche Kosten der Erhaltung der beantragten hydrographischen Abtheilung für das Etsch-Gebiet in Bozen 364
7. Capitel: Einige Vorstudien über die Niederschlags- und Abflussverhältnisse des Etsch-Gebietes 364

ANHANG II.

Verzeichnis der auf die Etsch-Regulierung und die Gewässer-Regulierung in Tirol bezughabenden Gesetze und Verordnungen.

1. Gesetz vom 16. April 1876, Nr. 41 L.-G.-Bl., betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisack-Mündung 366
2. Reichsgesetz, betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. ex 1879, Nr. 22. 366
3. Landesgesetz, betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23, ex 1879 . 367
4. Specialgesetz, betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer- bis unterhalb der Eisack-Mündung vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, ex 1879 367
5. Specialgesetz, betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25, ex 1879 . 368
6. Specialgesetz, betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26, ex 1879 369
7. Kundmachung des Statthalters vom 25. October 1879, betreffend die Vollzugsvorschriften zur Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco, L.-G.-Bl. Nr. 49, ex 1879 . 369
8. Kundmachung des Statthalters, betreffend die Bestimmung des Zeitpunktes für den Beginn der Arbeiten der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco vom 24. December 1879, L.-G.-Bl. Nr. 58, ex 1879 378
9. Kundmachung des Statthalters, betreffend Nachtragsbestimmungen zur Vollzugsvorschrift der III. Etsch-Regulierungs-Section vom 10. December 1881, L.-G-Bl. Nr. 38, ex 1881 378
10. Kundmachung des Statthalters, betreffend eine Abänderung in den Bestimmungen zur Vollzugsvorschrift in der I. Etsch-Regulierungs-Section vom 14. März 1881, L.-G.-Bl. Nr. 5, ex 1882 . 379
11. Kundmachung des Statthalters, betreffend die Regulierung der sogenannten neutralen Etsch-Strecke vom 10. November 1882, L.-G.-Bl. 32, ex 1882 379
12. Gesetz, betreffend die Unterstützung aus Staatsmitteln für Tirol aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882 vom 13. März 1883, L.-G.-Bl. Nr. 14, ex 1883 379
13. Gesetz, betreffend eine Erweiterung des technischen Projectes für die Etsch-Regulierung von Gmund bis Masetto vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18 380
14. Verordnung der Ministerien des Innern, des Ackerbaues und der Finanzen zur Durchführung des §. 8 des Gesetzes vom 13. März 1883, R.-G.-Bl. Nr. 31, betreffend die Unterstützung aus Staatsmitteln für Tirol aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882 vom 26. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 14, ex 1883 381

15. Gesetz, betreffend die Beitragsleistung der Interssenten zu dem auf Grund des Reichsgesetzes vom 13. März 1883, (R.-G.-Bl. Nr. 31) gebildeten Regulierungsfonde vom 15. December 1884, L.-G.-Bl Nr. 46, ex 1884 382
16. Gesetz, betreffend die Rückzahlung der aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882 für Tirol und Kärnten bewilligten unverzinslichen Vorschüsse vom 7. Juli 1886, L.-G.-Bl. Nr. 38 . 383
17. Gesetz, betreffend die Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, ex 1886 383
18. Kundmachung des Statthalters, betreffend die Einkommensteuer und Gebürenfreiheit der Zinsen der Theilschuldenverschreibungen der Genossenschaft der Etsch-Regulierungs-Section I/a vom 13. April 1887, L.-G.-Bl. Nr. 20, ex 1887 . 385
19. Kundmachung des Statthalters, betreffend die Vollzugsvorschrift zum tirolischen Landesgesetze vom 11, September 1886, betreffend die Ergänzung der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco vom 22. November 1887, L.-G.-Bl, Nr. 48, ex 1887 . 385
20. Gesetz, vom 7. November 1888, L.-G.-Bl. Nr. 37, betreffend die Fortdauer der Bestimmungen des Gesetzes vom 15. Dec. 1884, L.-G.-Bl. Nr. 46 bezüglich der Arbeiten zur Verbauung der Wildbäche bis zum Ablaufe der erstreckten Bauzeit . . . 390
21. Gesetz vom 27. December 1888, betreffend die Einhebung einer Flussgebietsumlage zu Gunsten der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft „Passer-Eisack-Mündung" im Jahre 1889 L.-G.-Bl. Nr. 5 . 390
22. Gesetz vom 19. April 1889, L.-G.-Bl. Nr. 17, betreffend die weitere Fristerstreckung der aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882 für Tirol bewilligten unverzinslichen Vorschüsse . 391
23. Gesetz vom 22. Jänner 1891, betreffend die Wiederherstellung der durch die Hochwässer des Jahres 1889 beschädigten Regulierungsbauten an der Etsch in den Bausectionen I/a, II und III, L.-G.-Bl. Nr. 8, ex 1891 391
24. Gesetz vom 18. Jänner 1891, betreffend die Erhaltung der aus den Mitteln des Fondes zur Regulierung der Gewässer in Tirol ausgeführten Bauten im Gebiete der politischen Bezirke Lienz, Bruneck, Brixen, Meran und Bozen, L.-G.-Bl. Nr. 11, ex 1891 . 392
25. Gesetz vom 29. Jänner 1891, betreffend die Erhaltung der Etsch-Regulierungs- und Meliorierungsbauten von der Passer- und Eisack-Mündung und des anschliessenenden rechtsseitigen Eisack-Dammes, L.-G.-Bl. Nr. 14, ex 1891 393
26. Statut der Wassergenossenschaft zur Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto 395
27. Geschäftsordnung für den Ausschuss der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft Passer-Eisack-Mündung 397

ANHANG III.

Die Schiffahrtsverhältnisse der Etsch sowie der benachbarten Flüsse und Canäle in Ober-Italien und die Organisation des Wasserbaudienstes in Italien.

1. Capitel: Allgemeines über die Binnenschiffahrt in Italien.
A. Ursprung der Binnenschiffahrt in Italien 400
B. Handelsverkehr auf den Canälen Italiens 400
C. Ursachen des Aufschwunges der Binnenschiffahrt . . 401
2. Capitel: Organisation der Verwaltung und Beaufsichtigung der Schiffahrtswege.
A. Verwaltung und Beaufsichtigung durch den Staat . . 402
B. Organisation des Verwaltungsdienstes 402
α) Leitendes Personale 402
β) Aufsichtspersonale 402
γ) Ergebnisse der Organisation 403
3. Capitel: Die Erhaltungskosten der schiffbaren Flüsse und Canäle 403
A. Ausserordentliche Auslagen 403
B. Ordentliche Auslagen 403
C. Zeit, in welcher die Erhaltungsarbeiten ausgeführt werden . 403
D. Tabelle A: Jährliche Erhaltungskosten der Schiffahrtscanäle Italiens im Mittel der Jahre 1880—1890 . . 404
E. Tabelle B: Erhaltungskosten aus Anlass der Schiffahrt im Mittel der Jahre 1871—1888 an den Flüssen Italiens 404
4. Capitel: Specielles über die Schiffahrtsverhältnisse der Etsch und ihrer wichtigsten Nachbarflüsse und Canäle.
A. Die Etsch . 404
B. Der Canal bianco und Po di Levante 405
C. Der Naviglio Adigetto 405
D. Der Tartaro-Fluss 405
E. Der Gorzone-Fluss 405
F. Der Po . 405
G. Die Brenta 406

Alphabetisches Register 407
Verzeichnis der Text-Illustrationen 418
Verzeichnis der Tafeln 419

LITERATUR-VERZEICHNIS.

I.

Meteorologie.

1. Bebber, Die Regenverhältnisse Deutschlands. München 1877.
2. Brückner, Dr. Eduard, Klimaschwankungen seit 1700. Wien 1890.
3. Bolletino meteorologico dell' Osservatorio di Carlo Alberto.

3a. Bussin, Meteorologia del Trentino (Annuario degli Alpinisti Tridentini 1886).

4. Czerny, Veränderlichkeit des Klimas und ihre Ursachen. Wien 1881.
5. Denza, La meteorologia e le più recenti sue applicazioni. Torino 1883.
6. Fischer Theobald, Studien über das Klima der Mittelmeerländer. (Ergänzungsheft Nr. 58 der geographischen Mittheilungen von August Petermann.)
7. Fritz, Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde. Haarlem 1878.
8. Günther, Die Meteorologie ihrem neuesten Standpunkt gemäss. München 1889.
9. Hornberger, Grundriss der Meteorologie und Klimatologie. Berlin 1891.
10. Hahn F. G., Sonnenflecken-Periode und ihre meteorologischen Erscheinungen. Leipzig 1877.
11. Hann, Dr. Julius, Die jährliche Periode des Regenfalles in Oesterreich-Ungarn. Zeitschrift der österr. Gesellsch. für Meteorologie, 1880.
12. Hann, Dr. Julius, Untersuchungen über die Regenverhältnisse in Oesterreich-Ungarn. Sitzungsbericht der Akad. der Wissenschaften, 81. Band.
13. Hann, Dr. Julius, Der Föhn in Bludenz. Mittheilungen des deutschen und österr. Alpenvereines, 1882.
14. Hann, Dr. Julius, Meteorologie des Sonnblickgipfels. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, 1889.
15. Hann, Dr. Julius, Die Witterungsverhältnisse und Niederschläge vom 11. September bis 10. October 1868. Zeitschrift der österr. Gesellsch. für Meteorologie, III. B.
16. Hann, Dr. Julius, Scirocco in den Süd-Alpen. Zeitschrift der österr. Gesellsch. für Meteorologie, 1868.
17. Hann, Dr. Julius, Bericht über die September- und Octoberregen 1882.
18. Hann, Dr. Julius, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883.
19. Hellwald, F. v., Die Elementar-Ereignisse in den Alpen im Herbst 1868. Jahrbuch des österr. Alpenvereines, Band V.
20. Iszkowsky K., Beitrag zur Ermittlung der Niedrigstnormale und Hochwassermengen auf Grund charakteristischer Merkmale des Flussgebietes. Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines. Wien 1886.
21. Lauterburg, Schweizerische Stromabflussmengen.
22. Lorenz, Klimatologie.
23. Mohn, Meteorologie.
24. Peischer, Die Niederschlagsmengen der letzten 20 Jahre in Süd-Tirol. Vortrag, gehalten im technischen Club Bozen-Meran.
25. Prettner, Klima in Kärnten.
26. Reis, Dr. Paul, Die periodische Wiederkehr von Wassernoth und Wassermangel in Zusammenhang mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern und dem Erdmagnetismus. Leipzig 1883.
27. Riedl Josef, Die Regenfälle 1882 etc. (Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines. 1882.)
28. Salis, Freiherr v., Hochwasser im Jahre 1868. Jahrb. des schweizer. Alpenclub, B. V., pag. 572.
29. Schmick H., Das Flutphänomen und sein Zusammenhang mit den säcularen Schwankungen des Seespiegels. Leipzig 1874.
30. Schmick H., Neue Theorie periodisch säcularer Schwankungen des Seespiegels und der Temperaturhöhe, bestätigt durch geologische und geognostische Befunde. Leipzig 1878.
31. Sprung, Lehrbuch der Meteorologie.
32. Woldřich, Klimatographie des salzburgischen Alpenlandes.
33. Zschocke Th., Die Ueberschwemmungen in der Schweiz. September 1852.
34. Wex, Ritter v., Gustav, Periodische Meeresanschwellungen an den Polen und am Aequator, hiedurch verursachte Ueberflutungen der Polar- und Aequatorialländer, dann Sintfluten, Eiszeiten und Vergletscherung der Alpen. Lösung obiger Probleme. Wien 1891.

II.

Wasserbau im Gebirge und Wildbachverbauung.

35. Apollonio, Relazione sulle piene dell' Adige e dell' Avisio e sui lavori da eseguirsi per difendere la città e le campagne di Trento. Trento 1885.
36. Apollonio, Relazione sull' efficacia dei lavori recentamente eseguiti ed ancor da eseguirsi lungo l'Adige a difesa della città e delle campagne di Trento. Trento li 2. Novembre 1889.
37. Apollonio ed Obrelli, La serra di Pont' alto rilevata ed ispezionata li 11. Marzo 1882. Trento 1882.
38. Bericht der Landescommission über Gewässer in Tirol. April 1889.
39. Blerzy, Torrents des Alpes. (Revue des deux Mondes, B. 99.)
40. Böhm Heinr. und Hermann Ritter v. Schwind, Technischer Bericht über die Etsch-Regulierung von der Passer bis zur Eisack vom 5. Sept. 1874 (L.-A. Nr. 9723 ex 1874, Beilage 6).
41. Brêton, Memoire sur les barrages de retenue des graviers.
42. Clavé, Le reboissement. (Revue des deux Mondes 1859.)
43. Commissions-Protokoll über die infolge Statthalterei-Erlass vom 23. October 1882, Z. 18591 zu pflegenden Erhebungen, bezüglich der Ermittlung der Ursachen des langsamen Abflusses der Gewässer im Etsch-Thale. ddo. 20—27. Nov. 1882.
44. Costa de Bastelica, Les torrents, leurs lois, leurs causes, leurs effects; moyens de les reprimer et de les utiliser; leur action geologique universelle. Paris 1874.
45. Crugnola, Le barrage de Gileppe près Verviers (Belgique). Genie Civil 1883.
46. Crugnola Gaetano, Serbatoi d'acqua e laghi arteficiali, Torino 1890.
47. Cullman, Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrath über die Untersuchungen der schweizer Wildbäche, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859, 1860 und 1863. Zürich 1864.
48. Delocre, Sur la forme du profil à adopter pour les grands barrages en maçonnerie des reservoirs. (Ann. des ponts et chaussées 1866, Sem. III.)
49. Denkschrift, über Sammelweiher im Steinlachgebiete.
50. Domaszewski v., Das Wasser als Quelle der Verwüstung und des Reichthums. Wien 1879.
51. Duile J., Ueber Verbauung von Wildbächen in Gebirgsländern. Innsbruck 1834.
52. Dünkelberg, Dr. Franz, Culturtechnische Skizzen über eine Bereisung von Tirol im August und September 1871. Innsbruck 1872.
53. Dünkelberg, Culturtechnische Skizzen über eine zweite Reise durch Tirol im September 1872. Innsbruck 1873.
54. Dünkelberg, Encyklopädie und Methodologie der Culturtechnik. Braunschweig 1883.
55. Eidgenössisches Departement des Innern, Die Wildbachverbauungen in der Schweiz. Bern 1890.

56. Expertenbericht über die Ursachen der Ueberschwemmungen im Jahre 1868 und über den Betrag des Schadens in den Cantonen Uri, St. Gallen, Graubünden, Tessin und Wallis. Bern 1869.
57. Fabre M., Theorie des torrents et rivières. 1797.
58. Fecht, Anlage von Stauweihern in den Vogesen. Berlin 1889.
59. Friedrich, Bodenmeliorationen in Baiern und Hannover.
60. Fraissinet, Volkswirtschaftliche Bedeutung der Privatflüsse und Bäche. Leipzig 1891.
61. Franzius und Sonne, Der Wasserbau.
62. Graeff M., Sur la forme et le mode du construction du barrage du Gouffre d'Enfer, sur les Furens et les grands barrages en général. (Ann. ponts et chaussées. 1866.)
63. Graf Dr. Ritter v. Bericht des Inundations-Ausschusses über den Gesetzentwurf, betreffend die Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco.
64. Gras Scipion, Etude sur les torrents des Hautes Alpes. Ann. d. p. e. ch. 1857 II.
65. Gruëber, Gailfluss-Regulierung.
66. Gruëber, Hochwasserwerke im Gail-Thale.
67. Gruëber, Reiskofel in Kärnten und dessen Murrgänge. (Centralblatt der Bauverwaltung, 1883. 28. Juni.)
68. Gruëber, Wildbachverbauung im Gail-Thale.
69. Gruëber, Gehängefixierung in Süd-Frankreich.
70. Gruëber, Wetzmann-Sperre (Centralblatt für Bauverwaltung Nr. 24 und 25. 1885.)
71. Gumppenberg-Pöttnes Josef, Freiherr v., Der Wasserbau in Gebirgsflüssen. Augsburg 1854.
72. Harlacher, Prof., Das Reservoir im bösen Loch bei Komotau. („Technische Blätter", Vierteljahrsschrift des deutschen polyt. Vereins in Böhmen. Prag 1875.)
73. Häseler E., Construction der Stütz- und Futtermauern.
74. Heim, Ueber Correction von Gebirgswässern (Jahrb. des schweizer. Alpenclub. Band 6.)
75. Hess, Correction von Wildbächen.
76. Hochenburger, R. v., Geschiebebewegung und Eintiefung fliessender Gewässer. Leipzig 1886.
77. Hoffmann F. L., Der Gadria-Bach bei Laas im Vintschgau; eine Wildbachstudie. (Zeitschrift des österr. Alpenvereines, 1885.)
78. Honsell, Culturgeographische Bedeutung der Flüsse.
79. Honsell, Natürlicher Strombau des deutschen Ober-Rheins.
80. Honsell, Hochwasser-Katastrophen am Rhein.
81. Honsell, Der Rheinstrom, Berlin 1890.
82. Hüny, Sections-Ingenieur, Thalsperre über den Avisio bei Lavis in Tirol. (Danubius 1886.)
83. Intze J., Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichen Formen von Kaimauern, Stützmauern, Thalsperren etc. (Deutsche Bauzeitung, 1875.)
84. Kink M., k. k. Oberbaurath, Gutachten über die Regulierung des Etsch-Flusses zwischen Gmund und Masetto vom 15. December 1869.
85. Kluntzinger, Beziehungen des Flussregulierungs-Systems zu dem Verlaufe von Hochwässern.
86. Koch, Das Anschwellen der Gebirgswässer.
87. Koch, Ueber Murrbrüche in Tirol. (Jahrb. d. geol. R.-A. Band 25, Wien 1875.)
88. Kovács, Oberes Fella-Gebiet.
89. Kovács, Versandung Venedigs.
90. Krantz, Etude sur les murs des reservoirs.
91. Lamponi G., L'Italia sotto l'aspetto idrografico, fiumi, torrenti e canali. Roma 1878.
92. Landolt, Bäche, Schneelawinen und Steinschläge.
93. Landolt, Wildbachverbauung.
94. Legler, Hydrotechnische Mittheilungen.
95. Legler, Wasserableitung aus dem Luganer See.
96. Lehmann, Wildbäche der Alpen.
97. Leibbrand, Denkschrift über die Verminderung der Hochwasser-Verheerungen im Flussgebiete der Steinlach durch Anlage von Sammelweihern. Bearbeitet von dem k. Ministerium des Innern. Abtheilung für Strassen- und Wasserbau. Stuttgart 1883.
98. Lombardini, Origine e progresso della scienza idraulica italiana.
99. Lorenz, Vergleichende orographisch-hydrographische Untersuchung der Versumpfung in den oberen Flussthälern der Salzach, der Enns und der Mur. (Sitzungsbericht der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1858.)
100. Molon Francesco, I nostri fiumi Astico, Bacchiglione, Retrone e Brenta. Idrografia antica e moderna. Verona e Padova 1883.
101. Montluissant de, Notions elementaires sur l'endiguement des torrents. Valence 1859.
102. Müller, Gebirgsbäche.
103. Nosek, Regulierung von Gebirgsflüssen.
104. Pasetti Florian, k. k. Bau-Adjunct der Venediger Ober-Baudirection, Bericht über die Etsch-Regulierung.
105. Pestalozzi K., Die Geschiebebewegung und das natürliche Gefälle der Gebirgsflüsse. (Programm des Eidgenössischen Polytechnicums Zürich, 1880.)
106. Pestalozzi, Verbauung der Wildbäche und Regulierung der Gebirgsflüsse. (Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften von Franzius und Sonne. III. Band, X. Cap.)
107. Protokoll, aufgenommen in Trient, 15. Oct. 1886.
108. Protokolle der Etsch-Regulierungs-Commission, 1890.
109. Protokolle der Etsch-Regulierungs-Commission, 1891.
110. Protokoll über die Revision des Projectes zur Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses in der Section I/a (neutrale Strecke) vom Endpunkte der I. Section bis einschliesslich der Gmunder Brücke, aufgenommen 4. October 1886.
111. Protokoll über die Revision des Projectes zur Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses in der I. Section von der Passer-Mündung bis 650 m unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes an der Eisack-Mündung. Aufg. in Bozen, 30. Sept. 1886.
Protokoll dto., betreffend II. Section der Etsch-Regulierung.
Protokoll dto., betreffend III. Section der Etsch-Regulierung.
111a. Raulin, Régime pluviale des Alpes françaises. Note A. in Cézanne.
112. Rychter, Reisebericht über Flussbauten in Baiern, System Wolf.
113. Rohracher Jos., Die Hochwasserverheerungen im Puster-Thale 1882.
114. Salis, A. v., schweizerischer Ober-Bau-Inspector, Das schweizerische Wasserbauwesen, Organisation, Leistungsfähigkeit und Bausystem. Bern 1883.
115. Salis, A. v., Gutachten, betreffend die Etsch-Correction von Meran (Passer-Mündung) bis Sacco (Leno-Mündung) vom 23. Aug. 1886.
116. Schindler A., Flussverbauung nach den Gesetzen der Natur.
117. Seckendorf, Freiherr v., Professor, Bericht über die Reise Sr. Excellenz des Hrn. Ackerbauministers Julius Grafen v. Falkenhayn nach Süd-Frankreich, Tirol und Kärnten.
118. Seckendorf, Frh. v., Forstliches System der Wildbachverbauung.
119. Seckendorf, Wildbäche (Vortrag im österr. Touristen-Club).
120. Seckendorf, Wirtschaftliche Bedeutung der Wildbachverbauung.
121. Seckendorf, Zur Geschichte der Wildbachverbauung in Oesterreich.
122. Semrad, Technischer Bericht über die am Etsch-Flusse von Masetto bis Nomi vorzunehmende Correction vom 20. Jänner 1876.
123. Società degli Alpinisti Tridentini, Riflessioni sulla questione degli imboschimenti. Trento 1882.
124. Sternberg, Untersuchungen über Längen- und Querprofile geschiebeführender Flüsse. (Erbkamm's Zeitschrift 1875.)
125. Streffleur, Ueber die Ursachen und Wirkungen der Wildbäche. Sitzungsbericht der kais. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturh. Classe. Band 8, Wien 1852.
126. Surell Alex., Ingenieur des ponts et chaussées, Etude sur les torrents des Hautes Alpes. Ouvrage couronée par l'Academie des Sciences en 1842. Deuxième Edition. Paris 1870.
127. Thiéry E., Restauration des montagnes, correction des torrents etc. Paris 1891.
128. Trinkler, Kastensperre in der Gemeinde Canal St. Bovo. Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1889, sowie weiters: L'inondazione Strenna Fetrina, Feltre. Tip. Castaldi 1883, pag. 20—28.
129. Thunn Mateo, Conte, Sul Governo delle montagne.
130. Vallès, Sur les inondations, leurs causes et leurs effets, 1857.
131. Weber v. Ebenhof, Alfred, Flussregulierung und Wildbach-Verbauung in Oesterreich mit besonderer Berücksichtigung der Alpenländer. Wien 1886, Spielhagen und Schurich.
132. Weber v. Ebenhof, Alfred, Die Flussregulierungen in Tirol und Kärnten, Villach 1891.
133. Weber v. Ebenhof, Alfred, Die Etsch-Regulierung in Tirol und Italien, Vortrag, gehalten im österr. Ingenieur- und Architekten-Verein (Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1892.)
134. Weber v. Ebenhof, Alfred, Gutachten über die Einrichtung des hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes im Etsch-Gebiete. Innsbruck 1891.
135. Zallinger, Dr. Franz, De causis et rimedis inundationum in Tyroli. Innsbruck 1778.
136. Zoepf Josef, k. k. Landescultur-Inspector, Bericht an Se. Excellenz den Hrn. Ackerbauminister über die gelegentlich der Bereisung der von der Ueberschwemmung in Tirol betroffenen Gebiete gemachten Wahrnehmungen vom 31. Juli 1883.

III.

Topographie, Geographie, Geschichte und Statistik.

137. Acten der k. k. Hofkanzlei des k. k. Ministeriums des Innern etc.
138. Ambrosi Francesco, Sommario della storia Trentina dai tempi più antichi sino agli ultimi avvenimenti. Borgo 1881. Tip. Marchetti.
139. Amthor, Führer durch Tirol.
140. Baedeker, Süd-Baiern, Tirol und Salzburg.
141. Bazing, Waldverwüstung in Tirol. Zeitschrift der deutschen und österr. Alpenvereines, 1872.
142. Berlepsch, Die Alpen in Natur und Lebensbildern. Jena 1871.
143. Boni Cesare, Valle Lagrima. Roveredo 1883.
144. Brachvogel Wolfgang, Am Etsch und Eisack. Bilder aus Süd-Tirol. München 1888.
145. Brentari Ottone, Guida del Trentino. Bassano 1891.
146. Credner, Die Deltas. Ergänzungsheft zu Petermann's Mittheilungen.
147. Desjardins, Geografie de la Gaule romaine.
148. Dizionario geografico statistico de Trentino. Trento. Tip. Perini.
149. Fischer Theobald, Küstenveränderungen im Mittelmeergebiete. Berlin 1878.
150. Foderi, Voyage aux Alpes maritimes. Paris 1821.
151. Fogli d'avvisi pel dipartimento dell alto Adige, 1812.
152. Fritz, Periodische Längenänderung der Gletscher. Aus Petermann's Mittheilungen, 1878.
153. Geistbeck, Die Seen der deutschen Alpen.
154. Graff, Dr. Ritter v., Beilage 76 zu den stenographischen Berichten des Tiroler Landtages. III. Session, VI. Periode 1885/86.
155. Haardt Vincenz, v., Die österreichische Generalstabskarte.
156. Haardt Vincenz, v., Uebersichtskarte der Alpenländer.
157. Hann, Hochstetter und Pokorny. Allgemeine Erdkunde. (Unser Wissen von der Erde, I. Band. Prag 1886.)
158. Hericart de Thury, Potamographie des Hautes Alpes 1806.
159. Hoeffinger, Dr. Carl v., Gries-Bozen in Deutsch-Tirol. Innsbruck 1887.
160. Lechner, Thusis und die Hinterrheinthäler.
161. Meurer, Illustrierter Führer in den deutschen Hochalpen.
162. Miaskowski A. v., Verfassung der Land-, Alpen- und Forstwirtschaft der deutschen Schweiz vom 13. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Basel 1878.
163. Michel Ch., Karte von Tirol.
164. Müller, Das Moorland der Alpen. (Natur 1868, Nr. 31.)
165. Muratori, Della antichità Estensi ed Italiane.
166. Noe Heinrich, Bilder aus Süd-Tirol. München 1871.
167. Oster, Dr. H. E., Die Veroneser Klause und Otto v. Wittelsbach. Zeitschrift des österr. Alpenvereines, 1885.
168. Rabbeno, I Club Alpini e le foreste. Turin 1877.
169. Ranzi Fr., Pianta più antica della città di Trento, 1869.
170. Räsfeldt v., Der Wald und die Alpen. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, 1878.
171. Reclus, La France.
172. Relazione statistica della camera di comercio e d' industria in Rovereto per l'anno 1880.
173. Schaubach, Die deutschen Alpen.
174. Schlagintweit Hermann und Anton, Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen in ihren Beziehungen zu den Phänomenen der Gletscher, zur Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie. Leipzig 1850.
175. Schneller Christian, Süd-Tirol nach geographischen und ethnographischen Verhältnissen.
176. Simler, Valesiae descriptio libri duo. XI. Tiguri 1574.
177. Sonklar K., Edler v. Innstädten, Die Gebirgsgruppe der hohen Tauern. Wien 1866.
178. Sonklar K., Edler v. Innstädten, Von den Ueberschwemmungen.
179. Sonklar K., Edler v. Innstädten, Regenkarte von Oesterreich.
180. Sonklar K., Edler v. Innstädten, Grundzüge einer Hyetographie des österr. Kaiserstaates. (Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien. IV. Band.)
181. Staffler, Tirol und Vorarlberg.
182. Statistische Centralcommission, Statistisches Jahrbuch 1884. Hof- und Staatsdruckerei.
183. Suda Franz, Die Lavini di Marco im Etsch-Thale. Zeitschrift des österr. Alpenvereines, 1886.
184. Trautwein, Süd-Baiern, Tirol und Salzburg. München 1872.
185. Tschudi, F. v., Alpwirtschaftliche Streiflichter. Jahrbuch des schweiz. Alpenclub, 1864.
186. Verein für Erdkunde in Leipzig, Beiträge zur Geographie des festen Wassers. Leipzig 1891.
187. Wallman, Dr. Heinrich, Die Seen der Alpen. Jahrbuch des österr. Alpenvereines, 1868.

IV.

Geologie.

188. Bittner Dr. A., Sedimentgebilde in Judicarien. 1880.
189. Bittner Dr. A., Ueber die geologische Aufnahme in Judicarien und Valsabbia. Jahrbuch der geol. R.-A. 1881.
190. Bittner Dr. A., Karten der 13 Comuni. (Verhandl. der geol. R.-A. 1878.)
191. Bittner Dr. A., Ueber Triasbildungen von Recoaro. (Verhandl. der geol. R.-A. 1881.)
192. Bittner Dr. A., Der geologische Bau des südlichen Baldo-Gebirges. (Verhandl. der geol. R.-A. 1879.)
193. Bittner D. A., Das Alpengebiet zwischen Vicenza und Verona. (Verhandl. der geol. R.-A. 1880.)
194. Böhm Dr. August, Bodengestaltende Wirkungen der Eiszeit. Wien 1891.
195. Burat, Application de la géologie à l'agriculture. Paris 1872.
196. Cambridge, phil. Soc. VI. Transact.
197. Credner, Geologie.
198. Demontzei, Wiederbewaldung und Berasung der Gebirge.
199. Descartes, Princ. Phil.
200. Desor, Der Gebirgsbau der Alpen. Wiesbaden 1865.
201. Ferdinandeum, Zeitschrift des, III. F. Heft VIII. 1859.
202. Fuchs C. W. C., Die Umgebung von Meran. Neues Jahrbuch 1875.
203. Gümbel, Das Mendel- und Schlern-Gebirge. Sitzungsbericht der k. bairischen Akademie der Wissenschaften. 1873.
204. Gümbel, Geognostische Beschreibung des bairischen Alpen-Gebirges.
205. Gymnasium zu Bozen, Programm des, Die Urgletschermoräne aus dem Eggenthal. 1868.
206. Hauer, Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntnis der Bodenbeschaffenheit der österr.-ungar. Monarchie. Wien 1878.
207. Haushoffer Dr. Karl, Die Entstehung der Alpen. Zeitschrift des österr. A.-V. 1886.
208. Heim Albrecht v., Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe. Basel 1878.
209. Heim Albrecht v., Handbuch der Gletscherkunde.
210. Hoff, Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche.
211. Hörnes, Das Erdbeben von Belluno. (Verhandl. der geol. R.-A. 1878.)
212. Hörnes, Erdbeben-Studien. (Verhandl. der geol. R.-A. 1878.)
213. Leibnitz, Protogaea. Acta erud. 1693, ed. Scheid.
214. Lepsius Richard Dr., Das westliche Süd-Tirol. Berlin 1878.
215. Lorenz Ritter v. Lieburnau, Die Verhältnisse von Grund und Boden. Wien 1883.
216. Magnan, Du mode de formation des montagnes. Mem. Soc. geol. 2. Serie X 1874.
217. Mojsisovics, Ueber die Süd-Tiroler Quarzporphyrtafel. (Verh. d. geol. R.-A. 1878.)
218. Mojsisovics, Die Dolomitriffe in Süd-Tirol und Venetien. Wien 1879.
219. Mojsisovics, Die Ausdehnung und Structur der südtirolischen Dolomitenstöcke. (Sitzungsbericht der k. k. Akademie der Wissenschaften, Band L XXI.
220. Münchener Akademie, Festschrift der, Die geognostische Durchforschung Baierns. 1877.
221. Mousson, Die Gletscher der Jetztzeit. Zürich 1854.
222. Neumayer Melchior, Dr., Erdgeschichte. Leipzig 1887.
223. Neumayer, Ketten- und Massengebirge. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, 1888.
224. Neumayer, Ueber Bergstürze. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, 1889.
225. Newton, Princ. mat. 1687.
226. Penck Albrecht, Dr., Der Brenner. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, 1887.
227. Penck Albrecht, Dr., Die Donau. Wien 1891.
228. Penck Albrecht, Dr., Das österreichische Alpenvorland. Wien 1891.
229. Peterson, Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft unseres Planeten.
230. Poggendorf, Annalen. IX. 1827.
231. Quaglio, Die eratischen Blöcke und die Eiszeit.
232. Reyer Ed., Ueber die Ursachen der Vulcane. Jahrb. d. geol. R.-A., 1882.
233. Reyer, Studien von Predazzo. Jahrb. d. geol. R.-A., 1881.
234. Richthofen, Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St. Cassian und der Seisser-Alpe. 1860.

235. Rzehak, Die Entstehung der Gebirge.
236. Salis, A. v., Die Verwitterung der Hochgebirge Graubündens. Jahrb. d. schweizer. Alpenclub. Band VI.
237. Simony, Ueber die Alluvialgebiete im Etsch-Thale. Sitzungsbericht d. k. k. Akad. d. Wissenschaften. 1857.
238. Stache, Dr., Die Graptolithenschiefer am Oesternigg-Berge in Kärnten. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. B. XXIII, pag. 175.
239. Stache, Dr., Geologische Verhältnisse zwischen Bormio und dem Passo del Tonale. Verh. d. geol. R.-A. 1878.
240. Stache, Dr., Ueber Gesteine des Adamello-Gebirges. Verh. d. geol. R.-A. 1881.
241. Stur, Ueber Mendola-Dolomit und Schlern. Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft.
242. Stur, Eine Excursion in der Umgebung von St. Cassian. Jahrb. d. geol. R.-A. 1868.
243. Stur, Ueber Ablagerungen des Neoyan. Sitzungsbericht d. k. k. Akad. d. Wissensch. 1855.
244. Suess E., Die Entstehung der Alpen. 1875.
245. Suess E., Das Antlitz der Erde. 1885.
246. Suess E., Die Structur Europas. Wien 1891.
247. Taramelli, Geologia delle Provincie Venete. Mem. Acad. Lyncei. 1882.
248. Teller, Ueber die Aufnahmen im untern Vintschgau und im Iffinger Gebiete bei Meran. Verh. d. geol. R.-A. 1878.
249. Teller, Geologische Mittheilungen und die Oetzthaler Gruppe. Verh. d. geol. R.-A. 1878.
250. Teller, Tektonik der Brixner Granitmasse und ihre Umgebung. Verh. d. geol. R.-A. 1881.
251. Tietze, Einige Bemerkungen über die Bildung von Querthälern. Verh. d. geol. R.-A. 1878.
252. Vacek M., Vorlage der geologischen Karte der Umgebung von Trient. Verh. d. geol. R.-A. 1881.
253. Vacek, Umgebung von Roveredo. Verh. d. geol. R.-A. 1878.
254. Verhandlungen der geol. R.-A. 1880. Aufnahme zwischen Etsch und Eisack.
255. Vogt, Geologie.
256. Wagner, Beziehungen zwischen Ingenieurwissenschaft und Geologie.
257. Wallman Hein., Dr., Die Seen der Alpen. Jahrb. d. österr. Alpenvereines, 1868.

V.

Ueber die Etsch in Italien

258. Alessi Isidorio, Antichità di Este.
259. Aristoteles, Physic.
260. Baccarini, Acque e trasformazioni idrografiche in Italia. Roma 1875.
261. Betti Zaccaria C., Scrittura intorno ai modi di liberare la città di Verona delle inondazioni. (Stadtbibliothek von Verona.)
262. Biadego, Monografie tecniche.
263. Biadego, La piena d'Adige in Verona 1776. Verona 1883.
264. Bocchi, Trattato geografico-economico comparativo per servire alla storia dell' antica Adria e del Polesine di Rovigo in relazione a tutta la bassa vallata Padana. Adria 1879.
265. Bocchi, L'Adige alla sua rotta ad Angiari Legnago. 1883.
266. Bocchi, Cronaca idrografica della bassa Padana (Archivio Veneto 1873—74).
267. Bronziero, L'istoria dell' origine e condizioni de' Luoghi principali del Polesine di Rovigo. Venezia 1747.
268. Cesarini, Intorno alla difesa dei territori, soggetti agli argini dei fiumi in Italia. Roma 1876.
269. Dal Sie, Determinazioni fisico-chemiche eseguite sull' acqua dell' Adige. Verona 1879.
270. Filiasi Jacopo Co., Memorie storiche de' Veneti primi e secondi. 1794—98.
271. Gloria Andrea, L'agro patavino dai tempi romani alla pace di Costanza. Venezia 1881. (6. Band der Verhandlungen des Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.)
272. Guillemain, Navigation intérieure, rivières et canaux. Paris 1885.
273. Kovács, Die Versandung Venedigs.
274. Lombardini, Studi idrologici e storici sopra il grande estuario Adriatico. Milano 1869.
275. Lombardini, Guida allo studio dell' idrologia fluviale e dell' Idraulica pratica. Milano 1870.
276. Lorgna, Dissertazione sull' Adige 15. Dicembre 1772.
277. Lorgna, Discorso intorno al riparare dalle inondazioni dell' Adige la città di Verona.
278. Markus, Das landwirtschaftliche Meliorationswesen Italiens.
279. Ministero dei lavori pubblici del Regno d'Italia, Cenni monografici sui singoli servizj per gli anni 1878, 1879, 1880, compilati in occasione dell' esposizione nazionale di Milano 1881 a completamento delle monografie pubblicate per l'esposizione universale di Parigi nel 1878. Roma 1881.
280. Ministero dei lavori pubblici, desgleichen gelegentlich der Ausstellung in Turin im Jahre 1884.
281. Ministero dei lavori pubblici, Sull' idrografia e sull' idraulica fluviale in Italia.
282. Ministero dei lavori pubblici, Atti della commissione tecnica, istituita dal Ministero per i provvedimenti idraulici nelle provincie Venete. Roma 1885.
283. Molon Francesco, I nostri fiumi ecc. Verona 1883.
284. Mutinelli-Pace, Nob. de e Barnabei Giovanni, Sistemazione del fiume Adige a Legnago. Roma 1890.
285. Negri, Analisi d'Acqua del basso acquar ecc. Verona 1884.
286. Nicolis Andrea, Storie rodigene. (16. Jahrh.)
287. Nicolis F., Idrografia sotterranea nell' alta pianura Veronese. Verona 1884.
288. Paladini, L'idrotecnica e le questioni relative all' esposizione di Milano del 1881. Milano 1881.
289. Paleocapa, Memorie d'Idraulica pratica. Venezia 1859.
290. Paulus Diaconus, Monumenta Germanicae Historiae. Scriptores rer. Longob. et. Ital. Hannover 1878.
291. Pighi Antonio, Le inondazioni dell' Adige in Verona, con appendice di incendi, pestillenze, terremotica. Verona 1882.
292. Plinius, Hist. nat.
293. Plutarch, Denksprüche der Könige und römischen Imperatoren.
294. Procopius, De bello goth.
295. Reyer, Dr. E., Aenderungen der toscanischen und venetianischen Alluvialgebiete in historischer Zeit. (Zeitschrift der Ges. für Erdkunde in Berlin. 1882.)
296. Resoconto della commissione municipale di beneficenza agli inondati Veronesi nell' anno 1882. Verona 1885.
297. Rorai de, Stefano, Memoria storicocritica dell' inondazione di Legnago del 1868.
298. Strabo, De situ Orbis.
299. Torello Saraina, Dell' origine ed ampliazione di Verona.
300. Turazza, Trattato d' idraulica pratica. Padova 1880.
301. Turazza, Relazione sui progetti presentati nel 1882 al municipio di Verona per la sistemazione dell' Adige. Verona 1883.
302. Vitruvius, De architectura.
303. Zambelli Dr., Cronaca delle principali inondazioni d'Adige avvenute specialmente al Veronese. Verona 1882.
304. Zanella, Osservazioni intorno ai tagli d' Adige in Tirolo. Verona 1877.
305. Zendrini, Esame di alcuni fatti geologici, giudicati da taluno a dimostrare l'invariabilità del mare. (Memorie dell' Istituto Lombardo-Veneto 1843.)
306. Zollikofer, Bassin hydrografique du Po.

EINLEITUNG.

Von den Gletschern, Schneefeldern und höchsten Zinnen des Oetzthaler Stockes, der Stubayer und Zillerthaler Alpen im Norden, von den Höhen des Ortler und Adamello im Westen und von der Cima Marmolata im Osten begrenzt, erstreckt sich jenes weite Gebiet, dessen Niederschlagswässer dem Gesetze der Schwere folgend, die blühenden Thäler Südtirols durchfliessen, Leben und Fruchtbarkeit, oft aber auch Tod und Verwüstung verbreitend.

Mit ehernen, nie rastenden Hammerschlägen stösst die Natur im Laufe einer unabsehbaren Reihe von Jahrtausenden die Alpenriesen von den Höhen herab, auf welche sie durch den Faltungsprocess der einschrumpfenden Erdrinde gelangt sind, bis einst durch Verwitterung und Weiterführung des abgebröckelten Stoffes wahrscheinlich sich auch die Alpen zur Ebene neigen und ebenso verschwinden werden, wie schon vor ihnen so viele bekannte, mächtige Gebirge vergangener geologischer Perioden verschwunden sind, über die heute, die grossen Vorgänge früherer Jahrmillionen nicht ahnend, der Landmann friedlich seine Furchen zieht.

Dort aber, wo der Kampf des Bestehenden mit dem Werdenden Raum und Zeit für das Gedeihen des organischen Lebens übrig lässt, zwischen Eiszacken, Gletschern, Bergstürzen, Schutthalden und Murrbrüchen, am Rande vernichtender Mächte entfesselter Wildbäche und Bergströme klammert sich mit ewig sprossender Lebenslust die unübersehbare Reihe der Lebewesen unseres klüftigen Erdballes an, von der einfachen Pflanzen- und Thierzelle angefangen bis zu den höchst entwickelten Vertretern der organischen Reiche und ihrem herrschenden Endgliede — dem Menschen.

Nicht mehr müssig steht dieser dem Kampfe der gebirgsbildenden und der nivellatorischen Kräfte der Erde gegenüber; in seinem individuellen Willen als reflectorischer Wirkung der Beobachtung desjenigen, was ihm nützlich ist, erhält in ihm die starre und doch so lebensvolle Materie die hohe Fähigkeit, sich selbst ein Ziel zu setzen und dasselbe durch die Macht des Geistes auf abgekürzten Wegen sprungweise zu erreichen.

Selbstthätig greift er in das Getriebe der Naturkräfte ein, um sich nach dem Gesetze der Nothwendigkeit rüstig schaffend am Dasein zu erhalten; er ändert den Lauf des Gewässers, er ordnet die Ablagerung der Geschiebe, bricht die Kraft des Wildbaches und der Lawine und wandelt so manche zerstörende Aeusserung der im ewigen Kreislauf dunkel vorwärts treibenden Naturkräfte zum Segen für sich und seinesgleichen, zum Vortheile der Familie, der Gemeinde, des Staates und der Menschheit.

Grosse Mittel sind es aber, die in Hochgebirgsländern angewendet werden müssen, um den Zusammenbruch der Massen soweit aufzuhalten, als es die Culturbedürfnisse der Gegenwart und der absehbaren Zukunft erheischen; harte Kämpfe mit den rauhen Elementen der Gebirgswelt sind erforderlich und schwere Enttäuschungen und Verluste bringt dies titanische Ringen mit sich, bis es dem rastlosen Anstürmen des menschlichen Geistes gelingt, sich der Macht des eindringenden Verderbens zu erwehren und neuen Boden für die Cultur zu gewinnen.

Dieses Wesen des Gebirges ist aber ein so eigenartiges, dass es auch den Mitteln zu seiner Bewältigung ein eigenartiges Gepräge ertheilt.

Darum kann auch von einem Gebirgswasserbau als eigenem Zweige des Wasserbaues selbst mit Recht gesprochen werden.

Der Wasserbau im Gebirge unterscheidet sich von jenem der Ebene, wie das Gebirge von der Ebene selbst.

Die grossen Naturgewalten, welche die Alpen und andere ihnen verwandte Gebirge aufgerichtet haben, führen eine weit kräftigere, inhaltsvollere und ausgeprägtere Sprache, als dies in weiten Ebenen, in denen ein minder ausgesprochener, gleichförmiger Charakter vorherrscht, naturgemäss der Fall sein kann.

Es ist nicht der äussere Unterschied allein, der Unterschied zwischen den gewaltigen Formationen des Hochgebirges und der flachen Monotonie der Ebene, der schon dem Auge des oberflächlichen Beschauers entgegentritt und den Gesammteindruck des Gebirges so überwältigend, für Geist und Herz so erhebend macht — dieser Gegensatz liegt viel stärker begründet im ganzen, tiefinneren Wesen der Gebirgswelt selbst.

Grosse Ursachen und grosse Wirkungen sind hier in gewaltigen Ausmaassen dicht nebeneinander gedrängt.

Die Grösse und die Mannigfaltigkeit der Boden- und Witterungsgestaltung, des Schichtenbaues und der Gewässer und zahllose andere Besonderheiten bedingen hier das Auftreten von Erscheinungen, welche in Ebenen oft nur abgeschwächt zur Geltung gelangen oder ganz verschwinden.

Zwei Momente sind es vorwiegend, welche den todten Schichten unserer Erdrinde Leben und Bewegung verleihen. Es ist dies die aufrichtende gebirgsbildende Kraft und die zerstörende Macht der Luft und des Wassers.

Durch diese beiden Kräfte ist die ganze Oberfläche des Gebirges in ständiger Bewegung und so sehen wir denn hier wie überall in der Natur Bildung und Zerstörung sich in einander verschlingen und den ewigen Kreislauf des Stoffes vollenden.

Indem die Natur die Gebirge aufrichtete, hat sie auch schon die Bedingungen einer rascheren Zerstörung derselben geschaffen.

Die Erhebung der Gebirge bewirkt grosse Temperaturs-Unterschiede, eine erhöhte Condensation der Wasserdämpfe an den Kämmen und Spitzen derselben, sowie eine erhöhte Verwitterung.

Die grossen Gefälle bringen ein rascheres, gewaltigeres Strömen der Wässer gegen die Ebenen mit sich und so entsteht jener raschere Stoffwechsel, jener kräftigere, lebensvollere Pulsschlag der Natur, der uns allerwärts im Gebirge mit elementarer Kraft entgegentritt.

Diesem Wesen des Gebirges angemessen unterscheiden sich auch seine Bäche und Flüsse so wesentlich von jenen der Ebene.

Während in Niederungen grosse Flüsse mit wenig wechselndem Gefälle und wenig veränderlichen Wassermassen in monotoner Gleichförmigkeit weite Ländergebiete durchströmen, begegnen wir im Gebirge die anziehendste Mannigfaltigkeit vom Wasserfall beginnend, der über steile Felswände stürzend in Schaum und Staub zerfällt und in seinen blitzenden Tropfen die Sonnenstrahlen in tausend Farben bricht, bis zum trotzigen Wildbach, dem stattlichen Bergfluss und dem majestätisch gelagerten See.

Während in den Niederungen nur Schlamm und Sand an die nivellatorische Thätigkeit des Wassers gemahnen, arbeiten im Gebirge gewaltige Bergstürze, Erd- und Steinlawinen, Murrgänge, Steinschläge und tausend andere Erscheinungen, Städte und Dörfer begrabend, am grossen Werke der Zerstörung und der Wiedergeburt zu neuem Leben aus den Trümmern des Vergangenen.

Diesen grossen Naturunterschieden gemäss sind auch die Mittel, welche die Kunst des Menschen anwendet, die Elemente zu bannen, die Verwüstung einzuschränken und zu verhindern, verschieden.

Die Grösse und Mannigfaltigkeit der Naturkräfte zwingt eben zu grossen und mannigfaltigen Vorkehrungen.

Darum ist es auch, dass ebenso, wie der nordische Maler die sonnigen Länder aufsucht, in denen ihm eine im Norden ungeahnte Farbenpracht entgegenlacht, und ihn die tausendfachen Abstufungen der Farbentöne unterscheiden lehrt, die seiner nordischen Heimat fehlen, auch der Hydrotekt das Gebirge aufsuchen muss, um die Ursachen und Wirkungen der meteorischen Erscheinungen, und die Mittel sie zu beherrschen, in nächster Nähe zu beobachten und zu ergründen.

Zu einem solchen Studium eignet sich aber gerade das Etsch-Thal im höchsten Maasse.

Die reichen Abstufungen aller Boden- und Klimaverhältnisse vom höchsten Hochgebirge bis in das Hügelland, die norditalienische Ebene und das adriatische Meer, die Fülle grosser und ausserordentlicher Bauten, die sowohl in Tirol als in Italien geschaffen wurden, um den Elementen Raum abzugewinnen für menschliche Culturarbeit, bieten ein schwer zu erschöpfendes Materiale, reich an allgemeinem Interesse und an leichter und klarer Belehrung.

Von diesem ausgedehnten Stoffe ist im nachfolgenden nur dasjenige geboten, was zur Erkenntnis der Natur des Gebirgswasserbaues in dem hier betrachteten Gebiete unumgänglich nothwendig erscheint.

Möge dieses Wenige eine Grundlage bilden für den künftigen Ausbau dieses Wissenszweiges, welcher es gewiss verdient, auf die nämliche hohe Stufe gehoben zu werden, die auf anderen Gebieten dem Ingenieurstande zur höchsten Ehre und Anerkennung gereicht.

Möge ein günstiger Stern dem hohen und ehrwürdigen Stande leuchten, der diesem Jahrhunderte der Arbeit und des Fortschrittes sein Gepräge ertheilt hat, damit sich ein Meer von Licht ergiesse in jene Dämmerung, in der so viele Keime ihrer Befruchtung harren, zum Segen des Vaterlandes und zum wahren Fortschritt der Menschheit.

Mit diesem Wunsche übergebe ich dies Werk des Einzelnen der Fachwelt, in der Hoffnung, dass das Gebäude, zu dem ich hiedurch den Grund lege, mit vereinten Kräften bald ausgebaut werde.

Einen Baustein dazu beizutragen, sei Jedem Lohn, der reichlich lohnet.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

I. THEIL.

Allgemeines über das Etsch-Gebiet und sein Verhältnis zur norditalienischen Tiefebene.

I. Abschnitt.

Allgemeines über das Etsch-Gebiet.

1. Capitel.

Einleitung.

Nicht in einsamer stolzer Grossartigkeit, wie etwa die Donau, fliesst die Etsch dem Meere zu; eine Reihe von Flüssen mit ähnlichem Charakter lässt vielmehr die Etsch nur als den Theil eines Ganzen, als das Glied eines Systemes von Flüssen erkennen, welches einer höheren hydrographischen Einheit entspricht.

Im weiten Bogen von den Küsten des mittelländischen Meeres bis zu den Karnischen und Julischen Alpen im Norden, von den Apenninen im Süden begrenzt, erstreckt sich jenes ausgedehnte, von den höchsten Gebirgen Europas umkränzte Gebiet, von dessen Gletschern, Zinnen und Kämmen, aus dessen vielfach gefalteten Thälern und zahlreichen Seen die Wässer den Adern zuströmen, welche die fruchtbare Ebene Oberitaliens durchfliessen und die Küste der Adria von Rimini bis Aquileja mit den Zerstörungsproducten der Gebirge erfüllen.

Es ist dies vor allem der Po, der König der italienischen Flüsse, „il gran rè dé fiumi", wie er mit Stolz genannt wird, welcher links von den Alpen, rechts von den Apenninen seine Zuflüsse erhaltend, die Kornkammer Italiens befruchtend durchzieht und südlich der Etsch in einem ausgedehnten, in seinen Alluvionen gebildeten Delta sich zwischen den Lagunen vom Comacchio und denen von Venedig und Chioggia in das adriatische Meer ergiesst.

Vom Monte Viso entspringend, entwässert er ein Gebiet von 69.382 km^2 und erreicht eine Länge von 652 *km*. Nur wenige selbständige Flüsse befinden sich ausser ihm in dem bezeichneten Gebiete; es sind dies im Nordwesten die venetianischen Flüsse Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta, der Bacchiglione und der Gorzone und schliesslich der grösste und bedeutendste der venetianischen Flüsse, die Etsch, welche aus den Hochgebirgen Tirols entspringend, oberhalb Verona die Alpen verlässt und sich bei Bocca di Fossone unterhalb Chioggia und der Brenta-Mündung von Brondolo in das adriatische Meer ergiesst.

Im Süden des Po sind es nur unbedeutende Flüsse, besonders der Reno und Lamone, welche direct dem Meere zufliessen.

Grosse Verwandtschaft zeigt die Etsch mit den linksseitigen Zuflüssen des Po, welche ebenfalls den Südabhängen der Alpen entstammen; es sind dies insbesondere der Mincio, der Oglio, die Adda und der Ticino, obwohl diese letzteren Flüsse am Fusse der Alpen Seen durchfliessen, in welchen sie ihre Geschiebe abzulagern vermögen, während die ein derartiges Ablagerungsbecken entbehrende Etsch ihre Geschiebe mit eigener Kraft dem Meere zuträgt und demgemäss auch ein grösseres Flussgefälle anzunehmen gezwungen ist.

Die Grössenverhältnisse dieser Flüsse, ihre Längenentwicklung, die Flächen ihrer Niederschlagsgebiete und die Hochwassermengen dieser Flüsse sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Name des Flusses	Fläche des Niederschlags-Gebietes in km^2	Länge des Flusslaufes in *km*	Grösste Abflussmenge in m^3 per Secunde
Tagliamento	2590	170	1400
Livenza	2690	110	1000
Piave	4100	220	3000
Brenta	2304	186	870
Bacchiglione	1600	130	770
Gorzone	910	170	330
Etsch	11080	410	3500
Po	69382	652	7000
Reno	4891	210	1100
Nebenflüsse des Po.			
Mincio	2859	72	280
Oglio	6641	254	1050
Adda	7989	313	804
Ticino	6466	260	5400

Der gemeinsame Zug, welcher die Etsch mit den linksseitigen Zuflüssen des Po vereinigt, liegt ausser der geologischen Natur der Niederschlagsgebiete und allgemeinen klimatischen Verhältnisse, hauptsächlich auch in den Gefällsverhältnissen, indem alle Flüsse der Südalpen der italienischen Tiefebene gegenüber ein weit grösseres absolutes Gesammtgefälle aufweisen, als dies vermöge der höheren Lage des Nordfusses der Alpen bei den Flüssen am nördlichen Abhange derselben der Fall ist.

Aus dem in Figur 1 dargestellten Querschnitt durch Central-Europa, welcher von der Po-Ebene aus quer über die

Alpen, die baierische Hochebene, das mitteldeutsche Bergland und den Harz bis zur norddeutschen Tiefebene geführt erscheint, ist dieser bedeutende Höhenunterschied, welcher eine vergrösserte Erosion am Südabhange der Alpen bedingt, zu entnehmen.

Fig. 1.



Querschnitt durch Central-Europa.

Einen wichtigen Unterschied zeigt aber die Etsch den anderen Flüssen der Süd-Alpen gegenüber darin, dass ihr Niederschlagsgebiet im alpinen Gebirgsbecken infolge der Gestaltung der Wasserscheiden, an welchen die Sarca, der Oglio und die Adda im Westen, sowie die Brenta und die Piave im Osten entspringen, nach Süden zu weit abgeschlossener und daher den wasserreichen Südwinden gegenüber weit unzugänglicher erscheint, ein Umstand, der sich in der grösseren Dürre des Etschthales und der kleineren Hochwassermengen dieses Flusses äussert.

Während nämlich beispielsweise der Ticino bei einer Fläche des Niederschlagsgebietes von 6466 *km*² 5400 *m*³ Hochwasser per Secunde führt, weist die Etsch bei 11.080 *km*² Niederschlagsgebiet bloss etwa 3500 bis 4000 *m*³ Wasser per Secunde bei höchstem Stande auf.

Schon Lombardini[1] bemerkt diesbezüglich, dass selbst angenommen, dass die Etsch bei Trient sogar 4000 *m*³ per Secunde bei grösstem Hochwasser führen sollte, dies im Verhältnis zu den betreffenden Flächen der Niederschlagsgebiete kaum sechs Zehntel der dem Comer-See und kaum drei Zehntel der dem Lago maggiore zuströmenden Hochwassermengen wäre.

Auch die ziemlich weit vorgeschrittene Entwaldung aller Flussgebiete der Süd-Alpen ist ein gemeinsamer Zug, welchen diese mit der Etsch besitzen.

2. Capitel.

Der Name des Etsch-Flusses.

Die Etsch hiess nach Plutarch Athisona[2] oder Atisona, Atagin nach Strabo,[3] welcher sie jedoch nur wenig kannte, woraus einige Paduaner Chronisten nach dem Nominativ Atax das Wort Atacim bildeten. In lateinischen Chronisten heisst sie gewöhnlich Athesis, Atesis oder auch Atacis. Im Mittelalter wechselte die Etsch häufig ihre Namen, was zumeist damit zusammenhieng, dass infolge eines eingetretenen Durchbruches des Flusses ein kleinerer Seitenarm sich zum Hauptflussbett ausbildete und die frühere Etsch als altes, verlassenes Flussbett eine andere Bezeichnung erhielt, anderseits aber oft auch der neue Hauptfluss den Namen des früheren nebensächlichen Seitencanales lange Zeit beibehielt.

Diese Namensverschiedenheiten beziehen sich jedoch ausschliesslich nur auf das Etschgebiet in der oberitalienischen Tiefebene, wo der Flusslauf im Laufe der Jahrtausende grossen Aenderungen unterworfen war, während der Fluss innerhalb des verhältnismässig engen Gebirgsthales vom Reschenscheideck bis zur Veroneser Klause im grossen und ganzen seinen Namen ziemlich unverändert fortführte.

[1] Lombardini: Studj idrologici e storici sopra il grande estuario Adriatico. Milano 1869.

[2] In den Denksprüchen der Könige und der römischen Imperatoren, sowie im Leben des Marius.

[3] De situ Orbis Lib. IV, pag. XLII.

So heisst die Etsch im deutschen Quellgebiet stets „Etsch“ oder „Etsche,“ beziehungsweise bei Laufänderungen „alte Esche,“ „neue Etsche“ und dergleichen, welcher Name vom Etruskischen (rasèno) stammt.

Im italienischen Landestheile heisst die Etsch „Adige,“ woraus durch Corumption noch heute Adese, Ládese, Lese und Ese gebildet wird, Namen, welche jedoch auch in älteren Chronisten vorkommen.[1]

Im Mittelalter heisst die Etsch auch Flumen vedre, Flumen veclo oder einfach Flumen, auch gegenwärtig häufig noch bloss Fiume und in manchen Dialecten Füme.

Im Unterlaufe hiess die Etsch einige Zeit auch Chiròla nach einem früheren Arme, der alterthümlichen Fossa Filistina, in welchen die Etsch nach dem berühmten Etschdurchbruch bei Cucca zu Ende des sechsten Jahrhunderts nach Christus eingebettet wurde. Dieser Name, welcher manchmal auch im sechzehnten Jahrhunderte vorkommt, scheint aus dem Griechischen zu stammen.[2]

Von einigen Chronisten, so von Nicolio[3] und Torello Saraina[4] wurde der Name Etsch irrthümlich mit Atrianus verwechselt, welches letztere Wort den Namen eines Nebenflusses des Tartaro bedeutet.

3. Capitel.

Allgemeine Beschreibung des Flusslaufes der Etsch.

Die Etsch entspringt am Reschenscheideck aus dem Reschen-See, beziehungsweise aus dem Carlin-Bach, welcher in diesen See einmündet, in einer Meereshöhe von 1477 *m* an der Wasserscheide zwischen dem Inn und der Etsch, durchfliesst die zwei darunter liegenden kleinen Seen, den Mitter- und den Heider-See, umrahmt sodann in weitem Bogen in Vintschgau die Oetzthaler Alpen bis Meran und fällt in fünf Terrassen gegen diese Stadt, oberhalb welcher ihre an der Töll-Mündung gelegenen Katarakte das Vintschgau abschliessen.

Bei Meran wird die bis dahin ziemlich westöstlich verlaufende Flussrichtung plötzlich gebrochen. Die Etsch wendet sich in dem schon breiteren, einer höheren Cultur gewidmeten Thale, in welchem auch schon der Weinbau betrieben wird, nach Südosten, um bei Bozen die Richtung noch einmal nach Süd-Südwesten zu ändern, und behält diese Richtung, die blühenden Städte Trient und Roveredo und ein hochcultiviertes Thal durchfliessend, bei, bis sie bei Borghetto noch innerhalb des Gebirges, die Grenze Oesterreichs gegen das benachbarte Königreich Italien erreicht.

Von hier bis Bussolengo, wo die Etsch nach Durchfliessen der historisch berühmten Veroneser Klause die norditalienische Tiefebene erreicht, ist sie in den eigenen Alluvionen tief eingeschnitten und fliesst in derselben süd-südwestlichen Richtung bis Chievo oberhalb Verona, wo sie nach Südosten zu fliessen beginnt, welche Richtung sie mit Ausnahme der vielfachen Krümmungen oberhalb, inner- und unterhalb der Stadt Verona im allgemeinen bis Ronco bei Albaredo beibehält.

In Verona selbst, dieser grössten, schönsten und bedeutendsten Stadt am Etschflusse, beträgt die Länge des diese Stadt in mehreren Windungen durchziehenden, schon schiffbaren Flusses 3·8 *km*.

[1] L' Istoria dell' Origini e Condizioni de' luoghi principali del Polesine di Rovigo di Giangirolamo Bronziero, Venezia 1747.

[2] Trattato geografico-economico comparativo per servire alla storia dell' antica Adria e del polesine di Rovigo in relazione a tutta la bassa vallata Padana, scritto da F. A. Dr. Bocchi, Adria 1879.

[3] Storie Rodigene del Dr. Andrea Nikolio (16. Jahrhundert).

[4] Dell' origine ed ampliazione di Verona.

Bei Ronco wendet sich der Fluss nach Südosten bis gegen Badia-Polesine, südlich von Legnago, von wo an er in west-östlicher Richtung bis zum adriatischen Meere bei Rovigo, Anguillara und Cavarzere vorbeifliesset, um sich bei Fossone in dasselbe zu ergiessen.

Die Gesammtlänge des Etschflusses beträgt 410 *km* oder 220 italienische Meilen,[1] wovon beiläufig die Hälfte auf das Königreich Italien entfällt.[2]

Die Längen- und die Gefällsverhältnisse des Flusses vom Reschenscheideck an bis zu seiner Einmündung in das Meer sind aus den im späteren Capitel folgenden Tabellen zu entnehmen. In Tafel 15 ist überdies ein graphisches Längenprofil der Etsch in der Strecke von Meran bis zum adriatischen Meere enthalten, welches zu einer Zeit, als die venetianischen Provinzen noch zum österreichischen Kaiserstaate gehörten, gelegentlich der Aufnahme der Etschkarte im Jahre 1845 durch Pasetti zusammenhängend aufgenommen worden ist.

Nachdem beide diese Behelfe aus älterer Zeit stammen, neue übersichtliche General-Nivellements aber nicht vorhanden sind, so mögen dieselben nur dazu geeignet sein, eine allgemeine Uebersicht zu gewinnen, während rücksichtlich der Gefällsverhältnisse in den regulierten Strecken in Tirol und Italien in den betreffenden Capiteln die verlässlichen Nivellements sammt den daraus gezogenen Folgerungen angeführt werden sollen.

Die Gefälle der Etsch betragen im allgemeinen von Meran bis Bozen im oberen Theile 0·00524 bis 0·00242, im unteren Theile 0·00093 bis 0·00136; in der Strecke von Bozen bis zur Leno-Mündung unterhalb Roveredo je nach der Einmündung der Seitenbäche abwechselnd zwischen 0·00054 bis 0·00190, was auch bis zur österreichisch-italienischen Reichsgrenze bei Borghetto in der Nähe von Ala gilt. Von da bis Verona beträgt das Gefälle 0·00144, bis Zevio 0·00106, bis Legnago und Badia 0·00055 und von da an bis zum Meere im Mittel 0·00009 oder 0·09 per Mille.

Die Flussbreiten betragen in der Strecke Meran-Bozen etwa 45 *m*, von Bozen bis Trient 54 bis 70 *m*, von Trient bis zur Reichsgrenze bis 100 *m*, bis Verona bei 130 *m*, bis Zevio bis 137 *m*, bis Badia bei 240 *m* und von da an bis zum Meere bei 155 *m*.

[1] Cenni monografici del Ministero dei lavori pubblici. 1878.

[2] Bocchi gibt die Länge in seinem „Trattato ecc.“ mit 351 *km* an, verbessert dies jedoch in der Brochure „L'Adige“.

Die wichtigsten Seitenbäche oberhalb Verona sind auf österreichischem Gebiete am rechten Ufer der Ramm-Bach, der Trafoier-Bach, der Falschauer und der Noce, am linken Ufer die Passer, der Eisack, der Avisio, die Fersina und der Leno, wobei jedoch der Eisack an seiner Einmündung in die Etsch bei Bozen nahezu dieselbe Grösse besitzt, als die Etsch selbst, daher er als der bedeutendste Zufluss der Etsch zu betrachten ist.

Am italienischen Gebiete sind oberhalb Verona bemerkenswert am rechten Ufer die Aviana und der Tasso, am linken Ufer die Bäche Fumane, Negrar und Avesa.

Unterhalb Verona ist am linken Ufer der Fibbio, der Mezzano, der Illasi und der Alpone, an der rechten Seite des Flusses zweigt bei Badia der Naviglio (Schiffahrtscanal) Adigetto ab, dann der Canal di Loreo, welche in Verbindung mit dem Canal Bianco und dem Po stehen.

Wie wichtig diese Seitencanäle für das Regime des Flusses und für die Entwicklung der Etsch-Regulierung und die Cultivierung der fruchtbaren, zwischen der Etsch und dem Po gelegenen Ebene waren, soll in den betreffenden Detailcapiteln des Näheren erörtert werden.

Unterhalb Verona fliesst die Etsch nicht mehr innerhalb hoher, in die Alluvionen eingeschnittener Ufer, sondern in einem eingedämmten Bette, welches an vielen Stellen und grossen Strecken sich vollkommen über die Grundstücke der umliegenden Ebene erhebt. Der Fluss wird daher als schwebend (fiume pensile) bezeichnet.

Die Wasser-Consumtion der Etsch beträgt in der Strecke Meran-Bozen ca. 700 m^3 per Secunde bei grösstem Hochwasser, gegen 1400 m^3 per Sec. oberhalb der Noce-Mündung, gegen 3300 m^3 per Sec. bei Trient und 3300 bis 4000 m^3 per Sec. bei Verona und weiter abwärts.

Die gefährlichen Hochwässer der Etsch ereignen sich entweder im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze oder im Herbst infolge grosser Regengüsse.

Die Herbst-Hochwässer sind wegen ihrer Höhe und ihrem plötzlichen Auftreten gefährlicher, während die Frühjahrs-Hochwässer in der Regel länger andauern.

Nach dieser allgemeinen Orientierung über den Gesammtverlauf des Etsch-Flusses muss rücksichtlich aller anderen Fragen auf die specielle Behandlung des Flusses in Tirol und in Italien verwiesen werden.

II. Abschnitt.

Das norditalienische Becken.

4. Capitel.

Einleitung.

Die norditalienische Tiefebene bildet die hohe Schule der Hydraulik und des praktischen Wasserbaues. Kein europäisches Land vermag auf soweit in die Vergangenheit eines Flusses und seiner Geschichte reichende Erinnerungen zurückzublicken, indem hier eine zweitausendjährige Erfahrung vorliegt, welche durch die wichtigsten historischen Documente über diesen ehrwürdigen classischen Boden mehr als genügend beglaubigt ist.

Mit dem topographischen und geologischen Bau der norditalienischen Ebene hängt aber auch ihre Entstehung, sowie die Ausbildung und Regulierung ihrer Flüsse so innig zusammen, dass sich das eine ohne dem anderen nicht verstehen lässt.

Aber auch die Geschichte der Etsch, insbesondere diejenige ihres Unterlaufes, hängt mit dem Charakter und der Geschichte der norditalienischen Tiefebene innig zusammen, indem es nicht nur dieselben allgemeinen topographischen und klimatischen Verhältnisse sind, welche mehr weniger alle Flüsse Norditaliens beherrschen, sondern auch die Nachbarschaft der Etsch mit dem Po und der Brenta es mit sich brachte, dass sie sich gegenseitig im Laufe der Jahrhunderte in höchstem Maasse beeinflussten, beziehungsweise gemeinsam am Ausbau der Nordwestküste des adriatischen Meeres zu arbeiten berufen waren.

In denselben Betten flossen abwechselnd die Etsch, der Po und andere zwischen diesen beiden Flüssen liegende

Gewässer, dieselbe Thalebene zeigt bei Tiefbohrungen in einer und derselben Verticalen einen steten Wechsel der Alluvionen des einen oder des anderen Flusses.

Die Erörterung der Verhältnisse der norditalienischen Tiefebene ist aber nicht nur wegen dieser Wechselwirkung benachbarter Flüsse, sondern auch darum unerlässlich, um die insbesondere am Po gesammelten reichlichen Erfahrungen hinsichtlich der Etsch auf ihre Giltigkeit zu prüfen.

5. Capitel.

Topographie des oberitalienischen Beckens.

Das oberitalienische Becken ist im Westen und Norden von den Alpen, im Osten vom adriatischen Meere und im Süden von den Apenninen begrenzt.

Im Westen beginnen im Anschlusse an die See-Alpen und die Ligurischen Alpen, welche sich längs der Riviera di Ponente bis Genua erstrecken und die Verbindung mit den Apenninen vermitteln, zunächst die Cottischen Alpen mit dem Monte Viso (3845 *m* ü. M.), von welchem westwärts das kurze Gebirgsthal des Po im engeren Sinne, das Val de Po, abfällt und bei Saluzzo im obersten Thalbecken südlich von Turin die oberitalienische Ebene erreicht. Ihnen folgen nach Norden die Graischen Alpen mit dem Montblanc (4810 *m* ü. M.), von welchem einer der wichtigsten Zuflüsse des Po, nämlich die Dora Baltea, in der Valle d'Aosta entspringt. — Die Spitzen und Kämme der Graischen Alpen bilden zugleich die Wasserscheide zwischen dem Flussgebiete des Po, beziehungsweise des adriatischen Meeres und dem Gebiete der Flüsse Durance und Isère, welche sich in der provençalischen Tiefebene in die Rhône ergiessen, die südlich von Arles im Lioner Golf in das adriatische Meer einmündet.

Im Norden unseres Gebietes bilden die Zinnen und Kämme der Penninischen, Lepontinischen und der Rhätischen Alpen die Wasserscheide gegen die Rhône im Walliser Thal, gegen den Rhein und den Inn. Weiters begrenzen die Oetzthaler, Stubaier und Zillerthaler Alpen den Norden des Gebietes der Etsch gegen den Inn und seine Zuflüsse.

Von hier zieht sich die Wasserscheide vom Gross-Venediger über die Defregger Alpen zwischen dem Rienz- und Draugebiet bis zum Monte Cristallo, von wo sie über die Karnischen und Julischen Alpen den Karst und das adriatische Meer im Golfe von Triest erreicht.

Südlich der lombardischen Tiefebene schliessen sich östlich von Genua an die Ligurischen Alpen, die Ligurischen, sodann gegen Südosten schwenkend die Etruskischen Apenninen an, deren Ausläufer bei Rimini das adriatische Meer erreichen.

Die östliche Begrenzung von Rimini bis Aquileja bildet die Küste des adriatischen Meeres, längs welcher sich ein Gürtel theils bereits verlandeter, theils noch bestehender und in der Verlandung fortschreitender Lagunen erstreckt.

Umkränzt von den höchsten Alpenthälern, an deren Fusse zahlreiche Seen, so der Lago maggiore, der Luganer-, der Comer-See, der Lago d'Iseo, Lago d'Idro und der Garda-See den Anziehungspunkt der Touristen bilden, erstreckt sich inmitten die fruchtbare Tiefebene Piemonts, der Lombardei und Venetiens, durchflossen vom Po mit seinen zahlreichen Nebenflüssen, sowie den venetianischen Flüssen und den Apenninen-Zuflüssen südlich des Po.

6. Capitel.

Geologischer Bau des oberitalienischen Beckens.

Im grossen und ganzen gehört das Gebiet der Po-Quellen und derjenigen seiner Zuflüsse der krystallinischen Formation an, der Mittellauf der Seitengewässer des Po östlich des Ticino sowie der Etsch liegt grösstentheils, der Oberlauf der venetianischen Flüsse fast durchgehends in mesozoischen oder känozoischen Formationen.

Einen ganz anderen geologischen Charakter weisen die Apenninen auf, welche, soweit sie das Po-Gebiet betreffen, fast durchgehends nur känozoischen Formationen angehören. Die Kreide-Formation nimmt nur kleinere Gebiete ein, während östlich und westlich von Genua krystallinische Eruptivgesteine vielfach ausgebreitet sind.

Die Alpenzone, welche das Po-Gebiet nach Norden begrenzt, gehört bis zum Lago maggiore und zur Rhein-Linie den Westalpen, von da an gegen Osten den Ost-Alpen an. Ein charakteristischer Unterschied besteht zwischen diesen beiden Alpenzonen hauptsächlich darin, dass während die Ost-Alpen nördlich und südlich der krystallinischen Mittelzone noch hauptsächlich aus kalkigen Gesteinen bestehende Randzonen, die nördlichen und südlichen Kalkalpen, besitzen, in den Westalpen von den See-Alpen bis zum Lago maggiore eine derartige südliche sedimentäre Nebenzone nicht vorhanden ist.

Die krystallinischen Gebirge der Po-Quellen und der Seitenzuflüsse des Po bis zum Lago maggiore treten daher bis in die Po-Ebene heraus und wird der Uebergang von dieser Formation zu den Alluvionen der Po-Ebene nur durch die Dilluvialgebilde vermittelt.

Die Quellen des Po und der Zuflüsse bis zum Ticino liegen zumeist in krystallinischen Schiefern, besonders in altem Glimmerschiefer, welcher in grossen Ausdehnungen von krystallinischen Massengesteinen, Syenit, Granit, Gneiss, Gabbro, Amphibolit u. s. w. unterbrochen wird.

Bemerkenswert ist der Amphibolitzug, welcher von Ivrea bis gegen Locarno am Lago maggiore streicht, welcher für den Bau der West-Alpen von grosser Bedeutung ist.

Eine Reihe von Central-Kernen, wie z. B. dasjenige der Cottischen Alpen, des Gran Paradiso, des Monte Rosa und des Tessiner Massives bilden eine Zone, deren Zusammenhang erst in jüngster Zeit erkannt worden ist.[1]

Die concave Gebirgsseite des westalpinen Gebirgsbogens ist als der Innenrand der piemontesischen Senkung anzusehen.

Auf den Amphibolitzug von Ivrea folgt wieder eine Zone von krystallinischen Gesteinen, dem Massiv der vier Seen, welches namentlich durch das Auftreten jüngerer Granitmassen charakterisiert wird, und sodann am Alpenrande die mächtige Kalkzone der Ost-Alpen, welche von einer schon am Lago maggiore beginnenden Porphyrdecke unterlagert wird.

Diese Zone besteht zumeist aus der Trias der Alpen mit ihren Dolomiten, Quittensteiner, Hallstätter und anderen Kalken, den Raibler-Schichten, Dachstein-Kalken und Dachstein-Dolomiten. Diese Formation zieht sich von der oberitalienischen Ebene an durch ganz Südtirol bis in die Karnischen und Julischen Alpen.

Vom Comer-See beginnend schliesst sich endlich an den Südrand der Kalkzone eine der Kreideformation angehörende Begrenzungszone an, längs welcher noch schmale Streifen von eozänen und miozänen Gebilden den Uebergang zu den diluvialen und alluvialen Ablagerungen bewirken.

Die grosse Trennungslinie zwischen krystallinischen und sedimentären Gesteinen der südlichen Kalkalpen-Zone zieht sich, vom Lago maggiore beginnend, westöstlich etwa bis Tione in Südtirol, folgt dann der Richtung der tektonisch hochwichtigen Judicarien-Spalte bis Meran und weiters der Drau-Spalte bis Bruneck. Nördlich dieses Linienzuges liegt die krystallinische, südlich derselben die Kalkalpen-Zone.

[1] Dr. Carl Diener: „Der Gebirgsbau der West-Alpen". Wien, 1891.

Zahlreiche mächtige Massengesteine, insbesondere Granite, durchsetzen auch die Ost-Alpen, so die Massive im Quellgebiete der Adda, das Adamello-Massiv im Quellgebiet der Sarca, welche sich in den Lago di Garda ergiesst und diesen See unter dem Namen Mincio verlässt, um sich in den Po zu ergiessen, die Massive von Brixen, Valsugana u. s. w.

Bemerkenswert ist noch die Porphyrdecke von Südtirol, welche von Meran sich nahezu bis Trient erstreckt und in welche ein grosser Theil des oberen Etschbettes eingeschnitten ist, sowie schliesslich die Basalte am Südrande der Alpen bei Vicenza.

Die rechtsseitigen Zuflüsse des Po, sowie auch der Reno, der Lamone und mehrere kleinere Zuflüsse entspringen den Apenninen und zwar zumeist in der Tertiärformation, zum Theile auch in krystallinischen Massengesteinen und in Gesteinen der Kreideformation.

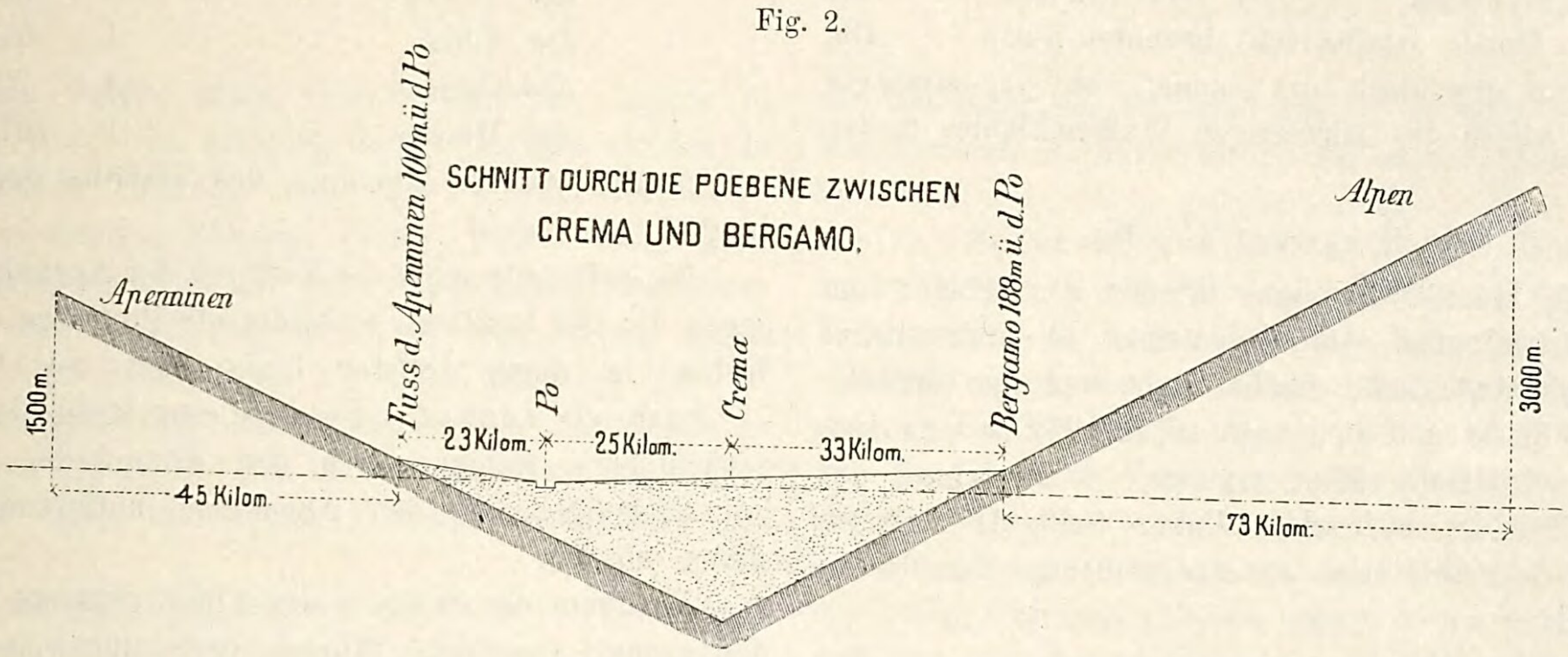
Die norditalienische Tiefebene selbst ist ein Senkungsfeld, welches mit den Alluvionen des Po und der anderen Flüsse dieses Gebietes dermaassen ausgefüllt ist, dass es trotz Sondierungen auf mehrere hundert Meter Tiefe bisher noch nicht gelungen ist, auf andere Gebilde als die wohlbekannten abgerundeten Geschiebe dieser Flüsse zu kommen.

Wenn angenommen würde, dass die Abhänge der Alpen und Apenninen unter dem Schwemmlande der Po-Ebene mit derselben Neigung verlaufen, als dies oberhalb derselben der Fall ist, so würde sich beispielsweise für den Meridiau Bergamo-Piacenza das in beistehender Figur 2 dargestellte Profil ergeben, aus welchem die Tiefe des Schwemmlandes am tiefsten Punkte sich mit 1200 Meter unter der Ebene des Meeres herausstellt.[1]

Hiebei ist es selbstverständlich, dass ein derartig construierter Querschnitt nur eine näherungsweise richtige Vorstellung des wirklichen Sachverhaltes geben kann, indem, um ein richtiges Querprofil zu erhalten, es unerlässlich wäre, das Streichen und Fallen der einzelnen Schichten zu verfolgen, wobei übrigens auch die einfache Verlängerung des Fallens der Schichten nach unten zu auf die Schwierigkeit stösst, dass die Po-Ebene keineswegs eine einfach construierte Synklinal-Mulde ist, wie dies namentlich seitens italienischer Geologen früher angenommen worden ist, sondern vielmehr ein ausgedehntes Senkungsfeld, welches längs eines Systemes von Bruchspalten herabgeglitten ist.[2]

Ueber die Entstehung und die Natur dieser Alluvionen der Po-Ebene und des oberitalienischen Schwemmlandes überhaupt soll weiter unten die Rede sein.

Fig. 2.



7. Capitel.

Die Flüsse der oberitalienischen Tiefebene.

Wenn wir den Verlauf der Flüsse dieses Gebietes von Osten nach Westen verfolgen, so ergibt sich folgende Reihenfolge derselben:

Vorerst kommen die venetianischen Flüsse Isonzo, Cormone, Stella, Tagliamento, Livenza, Piave, Silo, Zero, Dese, Brenta, Bacchiglione, Gorzone und die Etsch, sodann der Po und südlich desselben der Reno und der Lamone mit einer Reihe kleinerer von den Apenninen herabkommender Flüsse, wie der Montone, Bevano, Scavio, Pisatello, Rigossa, Scavicino und Uso.

Von Bedeutung sind insbesondere die Piave, Brenta und insbesondere die Etsch, welche nach dem Po der grösste Fluss dieses Gebietes ist, und im südlichen Theile der Reno und der Lamone.

Die Grössenverhältnisse der Niederschlagsgebiete, der Flusslängen, der durchschnittlichen Flussbreiten, der grössten Wasserconsumtion und des Jahresmittels der Wasserconsumtion sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Uebersichts-Tabelle der oberitalienischen Flussläufe.[3]

Name	Anzahl der Flüsse	Niederschlags-Gebiet in km^2		Längen-Entwicklung des Flusses in km		Breite des Flusslaufes in m		Maximal-Consumtion in m^3 per Secunde		Jahresmittel in m^3 per Secunde	
		zusammen	im Mittel	zusammen	im Mittel	zusammen	im Mittel	zusammen	im Mittel	zusammen	im Mittel
Venetianische Flüsse	6	14194	2366	986	164	737	123	7370	1228	268	45
Etsch und Zuflüsse	1	11080	—	410	—	111	—	2500	—	176	—
Po und Zuflüsse	1	69382	—	652	—	300	—	7000	—	1770	—
Reno und Zuflüsse	1	4891	—	210	—	120	—	1160	—	37	—

[1] Kovács: Die Versandung Venedigs und ihre Ursachen, Leipzig 1882.
[2] Diener: Der Bau der West-Alpen. Suess: Das Antlitz der Erde.
[3] Turazza: Trattato di Idraulica pratica, Padova 1880.

8. Capitel.

Der Po-Fluss. — Allgemeines.

A. Der Name des Po.

Der moderne Name des Po nähert sich am meisten den ältesten Namen, welche sind: Padus, Pades, Padi, wovon Podincus und Bodincus. — Boden bedeutet im altgermanischen „Flussgrund“ und wird noch heute in diesem Sinne gebraucht. Nach antiken Schriftstellern soll Podincus oder Bodincus bei den Liguriern mit „fundo carens“ gleichbedeutend gewesen sein, daher auch die Stadt Industria (in der Nähe des modernen Verrua zwischen Turin und Casale), welche gerade dort lag, wo die grössere Tiefe des Po beginnt, auch Bodincomagnum hiess.[1]

Es scheint, dass die Celten diesen Fluss Rhodanus nannten, ein Name, der vom lateinischen Flussnamen Eridanus nicht weit entfernt ist.[2] Es ist möglich, dass der Name Po auch vom phönizischen padà kommt, welches schneiden oder theilen heisst, da die alten Celten und Scythen, wie auch die Araber alle fliessenden Gewässer Vadi oder Bodi nannten. — Vadus (lateinisch) = Guado (italienisch) bedeutet Furth. — Der Name Eridano ist griechisch und stammt wohl von eridanein (contrastieren), wegen des schwierigen Wasserablaufes in den Lagunen.

B. Der Flusslauf des Po.

Der grösste Fluss Oberitaliens ist der Po, welcher vom Monte Viso entspringend, im allgemeinen in westöstlicher Richtung die piemontesische, lombardische und venetianische Tiefebene durchfliesst und sich nach einem 652 *km* langen Laufe in das adriatische Meer ergiesst. — Er nimmt auf seiner rechten Seite 8, auf seiner linken Seite 10 Zuflüsse auf, deren Grössenverhältnisse aus nachstehender Tabelle zu entnehmen sind:

Uebersichts-Tabelle der wichtigsten Zuflüsse des Po nach der Reihenfolge ihrer Einmündung.

Name	Niederschlags-Gebiet in km^2	Längen-entwicklung des Flusses in *km*	Maximal-Consumtion in m^3 per Secunde	Modulus in m^3 per Secunde	Ufer, in welches der Fluss einmündet
Dora Riparia . .	1231	125	500	57	links
Dora Baltea . . .	4322	160	2000	215	„
Sesia	2920	138	1350	78	„
Tanaro	7984	230	1700	133	rechts
Ticino	6466	260	5400	411	links
Lambro	3453	130	500	20	„
Trebbia	1014	115	1000	25	rechts
Adda	7989	313	804	24	links
Taro	2083	150	1200	42	rechts
Parma	720	104	370	8	„
Enza	1004	91	400	28	„
Oglio	6641	254	1050	136	inks
Mincio	2859	72	280	77	„
Secchia	2546	157	770	43	rechts
Panaro	2292	166	643	37	„

Das Niederschlagsgebiet des Po ist von West nach Ost nahezu 460 *km* lang; seine Breite vom Kamm der Alpen bis zum Kamm der Apenninen beträgt etwa 200 *km* bei Alessandria und etwa 250 *km* bei Cremona.

Von dieser Gesammtfläche entfällt auf das Gebirge auf der Alpenseite ein Streifen von 100 bis 120 *km*, auf derjenigen der Apenninen ein solcher von 50 bis 60 *km*.

Das allgemeine Gefälle des Po ist von West nach Ost gerichtet und beträgt 1 : 2400, oder von der Gebirgsstrecke abgesehen in der Ebene 1 : 2700.

[1] Boden germanica ditione fundum significatur. Plinius. Hist. nat.
[2] Bocchi, Trattato, wovon auch andere Notizen stammen.

Das Detailgefälle beträgt:

Vom Ursprung in den See-Alpen an	1 : 800
Zwischen Poncalieri und Turin	1 : 2100
Zwischen Turin und der Mündung des Tanaro .	1 : 2000
Zwischen der Mündung des Tanaro und jener des Ticino	1 : 1800
Zwischen der Mündung des Ticino und jener der Adda	1 : 2800
Zwischen der Mündung der Adda und jener des Secchia	1 : 6500
Zwischen der Mündung des Secchia und Pontelagoscuro	1 : 7500
Zwischen Pontelagoscuro und dem Meere . . .	1 : 16000

Dem Hauptgefälle des Flusses folgend, richten sich auch die Gefälle der Seitenzuflüsse, was umso natürlicher ist, als die gegenwärtige Oberfläche der Po-Ebene nur das Endresultat des nach Erzielung des Gleichgewichtes strebenden Ausgleiches zwischen dem Po und seinen Nebenflüssen ist; demgemäss beträgt beispielsweise das Gefälle

des Ticino	1 : 590
der Adda	1 : 650
des Oglio	1 : 720
des Mincio	1 : 1070,

woraus die stetige Abnahme des Gefälles gegen das Meer deutlich hervorgeht.

Da anderseits auch die Zuflüsse der Apenninen ein Gefälle gegen den Po besitzen, so bildet die Po-Ebene eine synclinale Mulde, in deren tiefster Linie sich der Po ausbreitet. — Auch die Lage des Po in dieser Mulde ist eine Gleichgewichtslage, welche durch den Kampf der Alpen-Zuflüsse mit denjenigen aus den Apenninen nothwendigerweise entstehen musste.

Nachdem die Zuflüsse der Alpen grössere Wassermengen und gröbere Geschiebe führten, beziehungsweise noch führen, als diejenigen aus den Apenninen, so ist es auch erklärlich, dass der Po weit näher an den Fuss der letzteren, als an denjenigen der Alpen gerückt werden musste. Eine andere wichtige Erscheinung an den Seitenzuflüssen des Po ist auch diese, dass sie von West nach Ost vorschreitend einen immer flacheren Winkel mit der Richtung des Po-Flusses bilden. Vergleicht man den kürzesten Weg, welchen der Seitenzufluss direct zum Po nehmen könnte mit dem thatsächlich bestehenden, so ergibt sich das Verhältnis

für den Tessin wie	100 : 114
„ die Adda „	100 : 175
„ den Oglio „	100 : 341
„ den Mincio „	100 : 201,

und wenn die frühere Mündung des Mincio bei Ostiglia berücksichtiget wird, wie 100 : 317.

Die letzten Flüsse endlich, nämlich der Tartaro und die Etsch, mündeten noch in historischer Zeit in den Po, haben aber nach dem obigen allgemeinen Gesetze ihren Lauf von der normalen Richtung bereits soweit abgelenkt, dass sie jetzt eigene Mündungen in das adriatische Meer besitzen.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt hauptsächlich in dem Umstande, dass das Transversalgefälle der Po-Ebene nach abwärts zu abnimmt, daher die Seitenzuflüsse durch seitliche Ablenkung erst das Gefälle gewinnen mussten, welches zur Ueberwindung der Schwierigkeiten bei der Einmündung erforderlich war. — Eine solche Schwierigkeit ist im Unterlaufe des Po besonders der Umstand, dass sich derselbe bei Colmierung der früheren Sümpfe sein Bett erst dadurch bildete, dass er an seinen Ufern Geschiebebarren in Form natürlicher Dämme anlegen musste. Diese Uferdämme erhoben sich über die Ebene der Sümpfe, so dass eine directe Einmündung der Seiten-

flüsse in den so eingedämmten Po nur nach Durchbrechung derselben bei Hochwässern möglich wurde.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Gefällsverhältnisse des Po und seiner Zuflüsse haben auch die grossen Seen, welche sich am Fusse der Alpen befinden und welche von den grössten Seitenflüssen des Po durchzogen werden. Es sind dies insbesondere der Lago maggiore, der Lago di Como, der Lago d'Iseo und der Lago di Garda, welche der Reihe nach vom Ticino, der Adda, dem Oglio und dem Mincio durchflossen werden.

Die Grössenverhältnisse dieser Seen und ihr Einfluss auf die Wasserführung sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

Tabelle der grössten subalpinen Seen der Po-Ebene.[1]

Name	Oberfläche des Sees in km^2	Niederschlags-gebiet des Sees in km^2	Erhebung des Seespiegels über dem Meere in m	Maximaltiefe des Sees in m	Erhebung des Seespiegels über das tiefste Nieder-wasser			Dauer des Hochwassers in Tagen	Fläche, welche durch das Hochwasser überschwemmt wird in km^2	Fluss, welcher den See durchzieht
					im normalen Stande in m	bei gewöhnlichem Hochwasser in m	bei grösstem Hochwasser in m			
Lago di Garda (Benaco) . . .	300	2044	69	584	0·50	1·05	1·54	30	830	Mincio
Lago maggiore (Verbano) . .	202	6466	195	800	1·80	4·00	6·39	20	182	Ticino
Lago di Como	142	4300	198	588	1·25	2·70	4·17	30	7000	Adda
Lago d' Iseo	60	1915	192	300	0·85	1·90	3·80	15	2300	Oglio

Die Flüsse, welche einen See durchziehen, lagern in demselben ihre Geschiebe zumeist derart ab, dass sie bereits geklärt die Po-Ebene betreten und den Po mit Geschieben nicht weiter beschweren, während Flüsse, welche ohne einen See zu durchfliessen, direct aus dem Alpenthale in die Ebene heraustreten, grosse Geschiebemassen mit sich führen, durch welche sowohl das eigene Bett, als auch dasjenige des Po wesentlich beeinflusst wird. Man unterscheidet demgemäss in Italien die klaren Flüsse von den trüben und nennt diejenigen, in denen sich klare und trübe Zuflüsse vermischen, gemischte Flüsse.

Klare Flüsse sind insbesondere der Ticino, welcher seit seinem Austritt aus dem Lago maggiore bis zum Po keinen seitlichen Zufluss mehr erhält, weiters die Adda, welche aus dem Comer-See austritt, durch die Aufnahme der trüben Zuflüsse Brembo und Serio jedoch im Unterlaufe „gemischt" wird, sowie auch der Oglio, welcher vom Iseo-See austretend, zwei klare Zuflüsse, nämlich den Cherio und den Chièse erhält, welche ebenfalls aus Seen stammen. — Lediglich die Mella, welche Trübwasser führt, macht den Oglio theilweise zu einem „gemischten" Flusse.

Während die klaren Flüsse sich zumeist tief in ihre Ufer-Alluvionen einschneiden, und ein kleineres Gefälle haben, ist das Bett der trüben Zuflüsse wenig eingeschnitten.

Der Ticino ist beim Lago maggiore 30 bis 40 *m*, bei Pavia 15 bis 20 *m* tief, die Adda bei Trezzo 30 *m*, bei Crotta d'Adda 9 bis 10 *m* und bei Spinadesco 5 bis 6 *m* eingeschnitten.

Oberhalb und unterhalb der Einmündung eines trüben Zuflusses wird das Gefälle des Hauptflusses infolge der Geschiebe-Ablagerungen verändert; kann nämlich der Hauptfluss mit seinem geringeren Gefälle diese Geschiebe nicht abführen, so werden dieselben abgelagert und zwar so lange, bis sich unterhalb der Einmündung das Flussgefälle entsprechend vergrössert und daher zur Geschiebe-Abfuhr befähigt gemacht haben wird. Hiedurch wird aber das Gefälle oberhalb der Einmündung vermindert und das Flussbett muss sich solange heben, bis das Gleichgewichtsprofil der Sohle erreicht sein wird.

Ein derartiger Einfluss ist am Po bei der Einmündung des Tanaro und der Trebbia zu constatieren.

Durch diesen natürlichen Ausgleich der Flussgefälle und der Geschiebegrösse ist es bedingt, dass die letztere mit dem abnehmenden Gefälle abnimmt. In der That ist auch die Grösse der Geschiebe am Po desto kleiner, je mehr man sich dem Meere nähert. Nachdem der Po die klaren Flüsse aufgenommen hat, wird er zu einem gemischten Flusse.

In Piemont fliesst er noch in grobem Schotter, dann in immer kleinerem Geschiebe, so dass bei der Einmündung der Trebbia nur sehr kleine Geschiebe mit Sand gemischt vorkommen; weiter abwärts ist nur Sand, welcher immer feiner wird und schliesslich nur Schlamm.

Da die durch Verwitterung der Gebirge und durch Uferangriffe erzeugten Geschiebemassen von allen Grössen ununterbrochen herabgeführt werden, ohne dass sich das Flussbett des Po im allgemeinen heben würde, so ist dadurch der Beweis geführt, dass der Abrieb der Geschiebe während der Thalwanderung mit dem Gefälle ziemlich Schritt hält und dass sich seit der langen Reihe von fast 20 Jahrhunderten die Flussohle des Po in einem Zustande relativen Gleichgewichtes befindet.

Am Po können im allgemeinen zwei wesentlich verschiedene Charaktere der Ebene unterschieden werden. Der erste, etwa zwei Drittel des Gebietes betragende Theil der Po-Ebene ist älteren Datums und stammt aus der Diluvialzeit; er ist charakterisiert durch das Auftreten hoher Ufer-Terrassen, welche die eigentliche tiefere Ebene, in welcher der Po schlängelnd seinen Lauf nimmt, beiderseits in wechselnden Entfernungen begleiten.

Diese steilen Flussterrassen haben noch an der Oglio-Mündung eine Höhe von 20 *m* und nehmen thalabwärts allmählich ab.

Der zweite östliche Theil der Po-Ebene, welcher ca. ein Drittel des Gebietes beträgt, gehört der recenten Alluvion in historischer Vergangenheit an und charakterisiert sich durch den Mangel der Terrassen und der eingeschnittenen Ufer, so dass schon von der Mincio-Mündung abwärts der Po durch hohe Dämme eingefasst ist, um die Ueberflutung der Ebene zu verhindern.

Diese überflutbare Ebene ist bei Turin noch sehr schmal, etwa 5 *km* breit bei Casale, 10 *km* bei Pavia und Piacenza, 14 *km* bei Cremona, 25 *km* bei Casalmaggiore gegenüber Parma, 35 *km* zwischen Modena und Mantua und über 60 *km* breit bei Ferrara und bis zum Meere.

Zwischen dem Ticino und dem Oglio hat der Po in der Niederwasserhöhe eine Breite von 100 bis 200 *m*, von 200 bis 400 *m* bei gewöhnlichen Wässern, von 500 bis 1500 *m* bei gewöhnlichen Hochwässern, welche noch innerhalb der

[1] Turazza.

hohen Ufer (piarde) verbleiben und von 800 bis 3000 *m* Breite bei ausserordentlichen Hochwässern, bei welchen bereits die Vorländer (golene) bedeckt sind.

In den unteren Strecken sind die Wässer besser im Flussbette eingefasst; die Tiefe beträgt hier in der Niederwasserhöhe 100 bis 200 *m*, 180 bis 300 *m* bei gewöhnlichem Wasserstande, 300 bis 800 *m* bei gewöhnlichen Hochwässern und 300 bis 1500 *m* bei aussergewöhnlichen Hochwässern.

Die geringste Wassertiefe beträgt im Thalwege bei Niederwasser zwischen dem Tessin und dem Oglio 1·50 *m*, weiters thalabwärts 1·80 *m*.

Die grössten Tiefen in den Kolkungen an Concaven betragen oberhalb des Oglio 12, unterhalb desselben bis zu 24 *m*.

C. Die Eindämmung des Po.

Von Turin abwärts bis zum Ticino findet man die Dämme nur isoliert, von Cremona abwärts ist der Fluss jedoch schon auf die ganze Länge von 170 *km* fast bis zum Meere vollständig eingedämmt.

In der überflutbaren Ebene, welche eine Breite von 14 bis 60 *km* besitzt, wurde der Fluss durch Hochwasserdämme eingeschlossen, welche von einander folgende Entfernungen haben:

Bei Piacenza	2·25 *km*
„ Cremona	4·50 „
„ Casalmaggiore	3·25 „
„ der Oglio-Mündung	2·50 „
„ Ferrara	1·25 „
Unterhalb des Panaro	0·50 „

Diese Hauptdämme (argini di maestra) umschliessen ein grösseres Hochwasserbett, welches bei grossen Hochwässern als Regulator dient. Innerhalb dieses Bettes bewegt sich der Fluss im Vorlande (golena), welches ebenfalls nach Möglichkeit cultiviert und durch untergeordnete, niedrigere Dämme (argini di golena) geschützt wird. — Grosse Hochwässer überströmen jedoch das ganze Vorland.

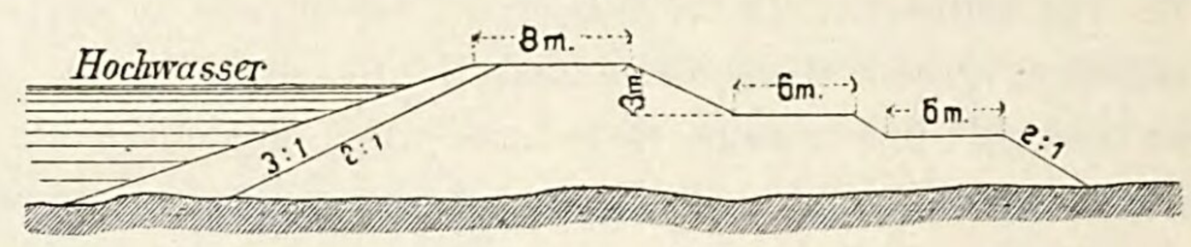
Die Hauptdämme (argini di maestra) ziehen sich nicht nur zu beiden Seiten des Flusses, sondern auch längs beider Ufer aller einmündenden Seitengewässer soweit thalaufwärts, dass eine Ueberschwemmung durch Rückstau des Po im Seitengewässer nicht stattfinden kann.

Die Hauptdämme haben eine Kronenbreite von 6 bis 8 *m*, sind gegen die Wasserseite $^2/_3$-fussig geböscht und mit Flechtzäunen und Weidenpflanzungen geschützt. Auf der Landseite sind in Höhen von ca. 3 *m* zu 3*m* Rücken-Bermen von je 6 *m* Breite angebracht.

Wo die Hauptdämme direct mit dem Flusse in Berührung kommen, werden sie besonders befestigt. Sie heissen in diesem Falle „argini in froldo“ zum Unterschiede von den Hauptdämmen, welche vom Flusse durch das Vorland (golena) getrennt sind und daher „argini in golena“ genannt werden. — „Argini di golena“ sind die secundären Dämme, welche das Vorland, oder einzelne Theile desselben gegen gewöhnliche Hochwässer schützen.

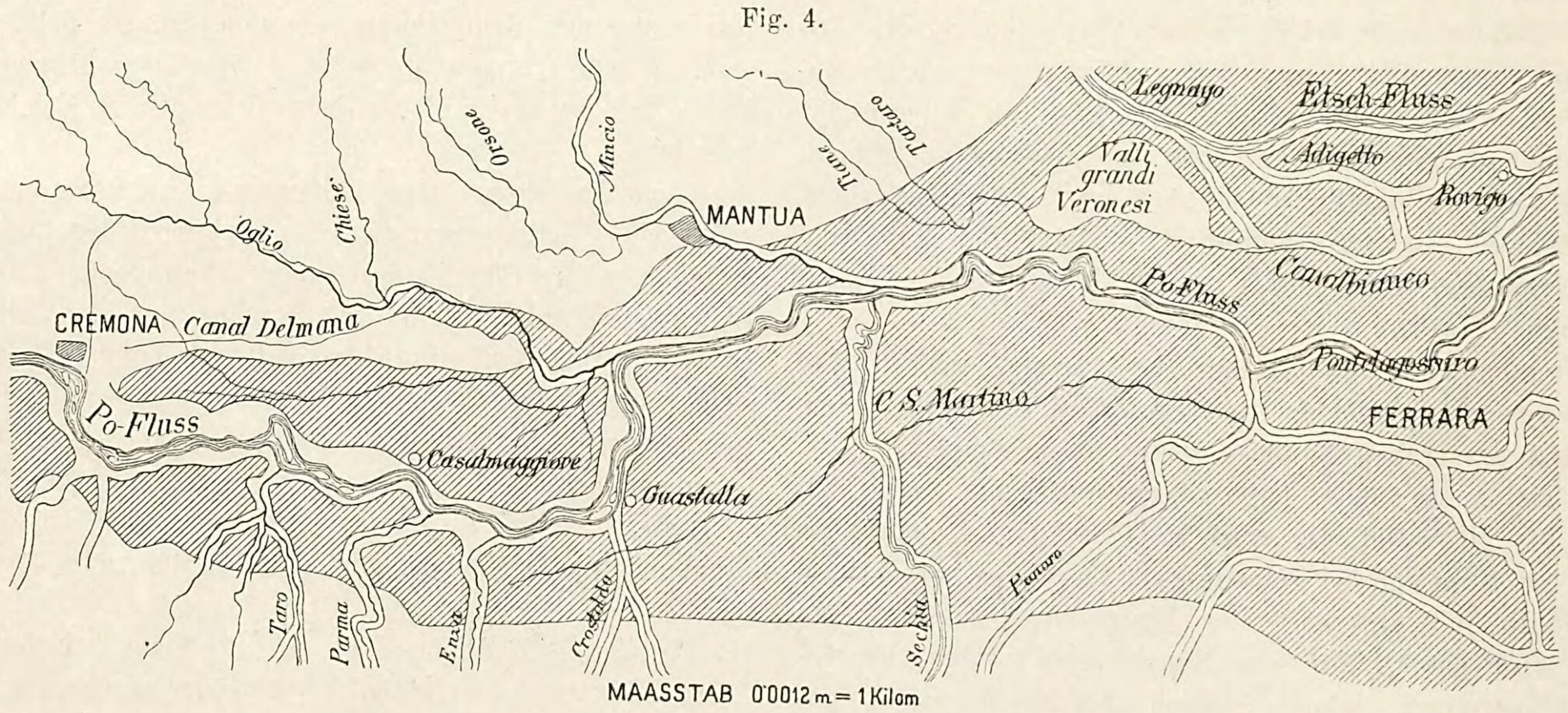
Die Dimensionen und die Form des Profiles der Hauptdämme sind aus der beistehenden Figur 3 zu entnehmen:

Fig. 3.



Die Situation eines Theiles der Po-Dämme sammt dem Ueberschwemmungs-Gebiet ist in der beistehenden Figur 4 ersichtlich gemacht.

Fig. 4.



In derselben bedeutet das schraffierte Gebiet das Ueberschwemmungs-Territorium, welches im Falle von Brüchen der Hauptdämme überschwemmt werden müsste.

Vom Ticino bis zum Panaro vertheidigen die Dämme in einer Länge von 514 *km* eine Grundfläche von 325.000 *ha*.

Der Effect dieser Eindämmung ist ein vorzüglicher und äussert sich hauptsächlich darin, dass die höchste Wasser-Consumtion des Po am Ticino beinahe ebensoviel beträgt als bei Ferrara, das ist etwa 5000 m^3 Wasser per Secunde, während die Summe der Hochwassermengen aller einzelnen Zuflüsse des Po gegen 15.000 m^3 des Po betragen würde.

Dieses glückliche Gleichgewicht ist sowohl der Retardation der Alpen-Seen, als auch dem Umstande zuzuschreiben, dass das Bett des Po 1896 Millionen m^3 Wasser magaziniert enthält, was bei der grössten Consumtion von 5150 m^3 Wasser von 1 Secunde einer Wasser-Consumtion von 4 Tagen entspricht.

Durch dieses Dammsystem werden nach Lombardini[1] 12.000 km^2 oder 1,200.000 *ha* cultivierter Gründe, deren Brutto-Ertrag per *ha* mässig berechnet 180 Franken, daher im ganzen 216 Millionen jährlich beträgt, geschützt.

Angenommen auch, dass die Erhaltungskosten, die Aufsicht und die Schäden durch Dammbrüche, die alle 4 bis 5 Jahre an einzelnen Orten eintreten können, jährlich mit 10 Millionen

[1] Elia Lombardini: Guida allo studio dell' Idrologia fluviale e dell' Idraulica pratica. Milano 1870.

veranschlagt werden können, verbleiben immer noch 206 Millionen jährlich, eine Summe, welche nicht leicht genommen werden kann und welche lediglich die Bodenproduction betrifft.

Rechnet man dazu die Wertsteigerung des Bodens durch die Möglichkeit der Errichtung von Baulichkeiten und Städten, so wird man nicht weit fehlgehen, wenn man den Gesammt-Nutzen mit 240 Millionen jährlich veranschlagt.

Würden diese Gründe nicht durch hochwasserfreie Dämme geschützt worden sein, so wären sie heute ein Complex von Wäldern und Sümpfen, deren Ertrag nicht den zehnten Theil des heutigen betragen könnte, abgesehen von den Fieberkrankheiten, welche ganze Gegenden entvölkern und unbewohnbar machen würden, wie dies in der Vergangenheit thatsächlich der Fall war.

An seiner Mündung in das adriatische Meer theilt sich der Po in mehrere Arme und dringt mit diesem Delta weit über den Küstenwall in landbildender Weise vor.

In dieser letzten Strecke ist der Po durch die Fossa Polesella mit dem Canal bianco und weiter mit dem Schifffahrtscanal Adigetto, mit der Etsch und auch mit der Brenta verbunden, doch kann diese Verbindung bei Hochwasser durch Schleussen vollkommen abgesperrt werden.

9. Capitel.

Die venetianischen Flüsse.

A. Uebersicht.

Diese Flüsse, welche gemeinsam mit der Etsch und dem Po am Ausbaue der nordwestlichen Küste des adriatischen Meeres thätig sind, sind insbesondere der Tagliamento, die Livenza, die Piave, die Brenta, der Bacchiglione und der Gorzone. Die Grössen- und übrigen Verhältnisse dieser Flüsse sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Vergleichende Tabelle der wichtigsten venetianischen Wasserläufe.[1]

Name	Niederschlagsgebiet in km^2	Flusslänge in km	Mittlere Breite des Flussbettes in m	Maximale Consumtion in m^3 per Secunde	Modulus in m^3 per Secunde
Tagliamento	2590	170	150	1400	64
Livenza	2690	110	100	1000	67
Piave	4100	220	300	3000	60
Brenta	2304	186	116	870	60
Bacchiglione	1600	130	50	770	30
Gorzone	910	170	21	330	17
Etsch	11080	410	111	2500	176

B. Der Tagliamento

entspringt westlich von Tolmezzo; seine Quellen kommen von der Wasserscheide gegen das Gailthal, von welcher ihm der Fella-Bach zufliesst, und der Wasserscheide gegen das Piave-Gebiet; er besitzt ein ausgebreitetes alpines Gebirgsbecken, welches grösstentheils in der Triasformation gelegen ist. Er tritt bei San Daniele inmitten hoher Moränenwälle in die venetianische Tiefebene, fliesst bei San Vito und Latisano vorbei und mündet bei Porto di Tagliamento in einen von ihm bereits vollkommen verlandeten Theil der Lagune von Caorle in das adriatische Meer.

Er hat eine bedeutende Regenmenge von 1·752 m und liefert mit Rücksicht auf diese und die geologische und topographische Natur des alpinen Theiles seines Niederschlagsbeckens sehr bedeutende Geschiebemassen. Seine Gebirgsthäler zeigen das Bild einer rasch vorschreitenden Verwüstung, daher auch in denselben zahlreiche Wildbachverbauungs-Arbeiten erforderlich sind.

[1] Turazza.

C. Die Livenza

entspringt in der Nähe der Cima Fadalto und betritt bei Serravalle und Vittorio das Tiefland. In der Mitte ihres Unterlaufes nimmt sie zwei mächtige Seitenzuflüsse, die Meduna und den Sile, auf. Die Meduna entspringt in den Venetianer-Alpen und zwar in der Premaggioregruppe, an den Wasserscheiden gegen den Tagliamento und die Piave und führt aus ihren zerklüfteten und entwaldeten Thälern grosse Geschiebemassen zu Thal.

Die Livenza mündet in die Lagune von Caorle, welche sie mit den Trümmern ihres aus Triaskalken bestehenden Niederschlagsgebietes grossentheils verlandet hat.

D. Die Piave

hat ein ausgedehntes alpines Niederschlagsbecken. Sie entspringt von den Karnischen Alpen in der Nähe der Hochspitz und nimmt auf ihrem langgestreckten Lauf über Pieve di Cadore, Belluno und Feltre zahlreiche mächtige Gebirgszuflüsse auf, insbesondere die am rechten Ufer aus den südtirolischen Dolomit-Alpen entspringenden Bäche Boita im Ampezzo-Thal und den vom Marmolata-Gletscher stammenden Torrente Cordevole, welcher den Ort Agordo und das Thal gleichen Namens durchfliesst und oberhalb Feltre in die Piave mündet.

Die Piave tritt bei Valdobiadene in die Tiefebene ein, woselbst sie grosse Moränen des alten Piave-Gletschers durchschneidet und bei Porto di Cortellazzo in die bereits verlandete Lagune mündet.

Ihre höchsten Quellen in den Karnischen Alpen liegen in paläozoischen Schiefern, Phylitten und im Porphyr, der grösste Theil des Laufes jedoch in Triaskalken und Dolomiten bis in die Gegend von Belluno. Von hier ab bis zur Tiefebene wechseln Juragesteine mit Kreide, Eozän und Miozän ab.

In früheren Zeiten lag die Mündung der Piave bei Porto Piave vecchia, wodurch die Lagune von Venedig versandet wurde. Nachdem der dagegen errichtete Damm bei San Marco sich als nicht genug wirksam erwies, wurde die Piave im Jahre 1538 aus der Nähe der Stadt Venedig, welcher sie verhängnisvoll zu werden drohte, abgeleitet, und durch den Durchstich „Taglio di Re“ bei Porto Cortellazzo in das Meer geführt.

Um die Stadt Venedig noch besser zu sichern, wurde später die Piave bis in die Gegend der Livenza-Mündung in die Lagune von Caorle gedrängt. Die Piave durchbrach jedoch diese Leitungsdämme im Jahre 1684 und kehrte zur früheren Mündung zurück, durch welche sie auch jetzt noch sich in das Meer ergiesst. Im Laufe der Zeit wurde diese Ausmündung mittelst Durchstichen vielfach verbessert.

E. Die Brenta.

Sie besitzt ein äusserst ausgedehntes alpines Niederschlagsgebiet. Sie entspringt aus den beiden Seen von Levico und Caldonazzo, welch letzterer nach dem Achen-See der zweitgrösste See Tirols ist und durchfliesst ein grosses, hochcultiviertes Thal, das Valsugana, in welchem die drei österreichischen Gerichtsbezirke Levico, Borgo und Strigno liegen und in welchem der Wein- und Maulbeerbaum gedeiht und die Seidencultur auf einer hohen Stufe steht.

Die hauptsächlichsten Zuflüsse befinden sich am linken Ufer der Brenta und stammen aus den Südtiroler Dolomiten, insbesondere den Fassaner Alpen, während am rechten Ufer aus den Lessinischen Alpen nur wenige und kurze Zuflüsse stammen.

Die bedeutendsten Zuflüsse am linken Ufer sind der Rio maggiore bei Levico, die Larganza und die Chiavona bei Roncegno, der Ceggio bei Borgo, der Maso bei Castelnuovo, die Chieppena bei Villa, der Grigno, welcher beim gleichnamigen Orte in die Brenta mündet und der Cismone, der sich unterhalb der österreichisch-italienischen Grenze in die Brenta ergiesst. Am rechten Ufer ist beachtenswert die Centa und der Moggio, welcher aus dem Val Sella unterhalb der Cima Dodici kommt und bei Borgo in die Brenta mündet.

Die linksuferigen Zuflüsse der Brenta stammen grösstentheils aus dem bekannten Granitstock der Cima d'Asta und der sie umgebenden ausgedehnten Region höchst verwitterten Thonglimmerschiefers. Nur der untere Lauf des Grigno-Baches und des Cismone, sowie die Zuflüsse des rechten Ufers stammen aus kalkigen Gesteinen der Trias- und Juraformation, sowie auch der im italienischen Gebiet auftretenden Kreide.

Die Valsugana ist das classische Gebiet der Wildbäche Südtirols. Schuttkegel reiht sich an Schuttkegel zu beiden Seiten des Brenta-Flusses. Grosse Gebirgsbäche treten nach meilenlangem Laufe im Gebirge aus engen Felsschluchten in das hochcultivierte Thal der österreichischen Brenta, das ist in das Valsugana-Thal und zerstören und bedrohen bevölkerte Ortschaften durch Vermurung. Im Jahre 1882 wurde der 1000 Einwohner zählende Ort Grigno fast vollkommen vermurt und zerstört und viele andere Ortschaften, sowie die Stadt Borgo beschädigt. Nur mit Aufwand der grössten Mittel konnte der vollständigen Zerstörung Borgos und anderer Orte gesteuert werden.

Die Ursache dieser Verhältnisse, welche der Verfasser gelegentlich seines mehrjährigen Aufenthaltes als Bauleiter der Brenta-Regulierung und der Wildbachverbauungs-Arbeiten der Valsugana nach der furchtbaren Katastrophe des Jahres 1882 kennen zu lernen Musse hatte, liegt sowohl in dem bedeutenden Regenmengen dieses Thales, als auch in der Natur des höchst verwitterbaren Glimmerschiefers und anderer Gesteine, sowie auch in der unglücklichen Lage der Ortschaften an den gefährdeten Ausgängen grosser Seitenthäler, aus denen bei ausserordentlichen Hochwässern gewaltige Geschiebemassen herausgeschleudert werden.

Das einzige Hilfsmittel ist hier die Anwendung grosser Thalsperren an den Mündungs-Schluchten, sowie die rationelle Verbauung kleinerer Wildbäche.

Die Brenta tritt oberhalb der Stadt Bassano aus dem alpinen Gebirgsbecken in die venetianische Ebene heraus und ergiesst sich bei Porto Brondolo unterhalb der Lagune von Chioggia und unmittelbar oberhalb der Einmündung der Etsch bei Bocca di Fossone direct in das adriatische Meer.

Den geschilderten Verhältnissen ist es zuzuschreiben, dass die Brenta zu den trübsten Flüssen des venetianischen Tieflandes gehört. Nach den Beobachtungen des R. Ufficio del Genio Civile in Padua ist die Brenta im Durchschnitt etwa 100 Tage im Jahre vollkommen getrübt und schlammführend. Ueber die Menge des geführten und abgelagerten Schlammes soll an einer anderen Stelle die Rede sein.

Die Brenta hat ihren Lauf, wie fast alle Flüsse der oberitalienischen Tiefebene, wiederholt geändert. Insbesonders ist es erwiesen, dass sie noch zur Römerzeit einen wesentlich anderen Lauf hatte, als heutzutage.[1] Erst nach der grossen Ueberschwemmung vom Jahre 589, von welcher Paulus Diaconus schreibt, bildete sich das gegenwärtige Etschbett in seinem oberen Laufe. Im Unterlaufe wurde die Brenta, deren Geschiebemassen seit Jahrhunderten die Lagunen von Venedig und Chioggia mit Versandung bedrohen, wiederholt reguliert, insbesondere aber an der Einmündungsstelle geändert.

Vor dem Jahre 1310 mündete die Brenta in die Lagune von Venedig bei Fusina aus, indem sie sich durch das heute noch bestehende und „Brenta morta" genannte Flussbett in die Lagune ergoss.

Die grossen Schlammanhäufungen der Brenta veranlassten die Regierung der venetianischen Republik einen Damm von Fusino aus nach Norden längs des Lagunenrandes, gegen Bottenico zu bauen, um dadurch die Ablagerungen des Brenta-Schlammes zu verhindern. Dieser Damm, welcher den Anfang des jetzt die ganze Lagune von Venedig begrenzenden Dammes (argine di conterminazione) bildete, hatte aber nur die Wirkung, dass die Brenta flussaufwärts einen den Grundstücken des festen Landes (der terra ferma) nachtheiligen Rückstau ausübte, wesshalb dieser Damm auch bei Hochwässern von den Anrainern durchstochen zu werden pflegte, wodurch sein Zweck selbstverständlich illusorisch wurde.

Im Jahre 1440 wurden diese Dämme infolge der Klagen der Grundbesitzer der terra ferma geöffnet, infolge von Sumpffieber in der Stadt Venedig im Jahre 1447 wieder geschlossen.

Im Jahre 1501 wurde die Brenta aus der Lagune von Venedig in die Lagune von Malamocco derart abgeleitet, dass vom Dolo aus ein neues Bett gegraben wurde, welches bei Lova in die Lagune mündete.

Im Jahre 1610 wurde die Brenta, nachdem sie inzwischen von Lova weiter südlich nach Conche in die Lagune von Chioggia geleitet worden war, wegen der Versandungsgefahr für Chioggia aus der Lagune ganz herausgeleitet und in den Hafen von Brondolo geleitet. Dies geschah auf diese Weise, dass unterhalb Dolo ein neues Brenta-Bett, der sogenannte „Brentone" hergestellt wurde, der sich in den Hafen von Brondolo ergoss und einige Kilometer vor der Mündung den Fluss Bacchiglione aufnahm. Brenta und Bacchiglione ergossen sich gemeinsam ins Meer.

Durch diese Abwärtsverlegung der Brenta-Mündung wurde aber eine Hebung der Flussohle und hiedurch eine Versumpfung und Gefährdung der terra ferma herbeigeführt.

Nach langwierigen Verhandlungen wurde endlich im Jahre 1858 ein Durchstich der Brenta von Fossa Lovara bis Corte ausgeführt und die Brenta, die nun bedeutend abgekürzt war, nicht mehr in den Hafen von Brondolo, sondern wieder in die Lagune von Chioggia bei Conche eingeleitet, wodurch sie auch vom Bacchiglione getrennt wurde.

In der neuesten Zeit wurde jedoch die Brenta vom Bacchiglione getrennt in die Bocca die Brondolo wieder zurückgeleitet, nachdem die Versandung der Lagune von Chioggia unhaltbare sanitäre Zustände verursacht hatte.

Behufs Abfangung des Wassers, welches im alten Brenta-Bett (Brenta morta) und an der Lagune floss, wurde im Jahre 1602 längs des Lagunenrandes ein Canal, der sogenannte „Taglio novissimo" gegraben und in die Bucht von Brondolo geleitet.

Nachdem die Brenta in die Lagune von Chioggia bei Conche im Jahre 1840 wieder zurückgeleitet wurde, mündete auch dieser Novissimo etwas oberhalb Conche bei Fogolana in die Lagune von Chioggia aus. Gegenwärtig mündet der Novissimo wieder bei Brondolo aus.

F. Der Bacchiglione.

Der Bacchiglione entspringt am Fusse der Alpen, während einer seiner Hauptzuflüsse, der Torrente Astico weit in die Alpen hineinragt und sein Niederschlagsgebiet in den Lessini-

[1] Andrea Gloria: L'Agro patavino dai tempi romani alla pace di Costanza. Venezia 1881. (Vol. VI degli Atti dell' Istituto ven. di scienze, lettere ed arti.)

Francesco Molon: I nostri fiumi Astico, Bacchiglione, Retrone, Brenta — Idrografia antica e moderna. Verona 1883.

schen Alpen bis zur Wasserscheide gegen die Valsugana, und zwar gegen Folgaria und die Cima Dodici erstreckt. — Der Oberlauf des Astico liegt in Gesteinen der Trias, Jura- und Kreideformation, also zumeist in Kalken, durchbricht zwischen Schio und Bassano den Basalt von Lavorda und mündet unterhalb Vicenza in den Bacchiglione.

Die anderen Zuflüsse des Bacchiglione, nämlich der Timonchio und der Oroto entspringen am Fusse der Alpen bei Schio und münden bei Vicenza in den Bacchiglione. — Von Vicenza fliesst der letztere nach Padua, Bovolenta und durch den Canal Pontelungo nach Brondolo. Mehrere Seitenarme und Canäle verbinden ihn mit den Nachbarflüssen.

G. Der Gorzone

entspringt bei Recoaro, fliesst an Cologna, Este und Anguillara vorbei und mündet in den Bacchiglione und mit ihm bei Brondolo ins Meer.

Sein oberster Lauf liegt in Kreide, Basalt und Eozän, der grösste Theil seines Laufes aber in der venetianischen Niederung. Er erhält Zuflüsse aus dem Monti Berici und dem Colli Enganei und ist mit dem Bacchiglione zwischen Este und Padua verbunden.

10. Capitel.

Der Einfluss der Meeresbewegungen auf die Entwicklung der adriatischen Küste Oberitaliens.

A. Allgemeines.

Während im Gebirge die combinierte Wirkung der Verwitterung infolge der Temperaturschwankungen und der Niederschläge, sowie der in der Wasserströmung zum Ausdruck kommenden Schwerkraft einen Abwärtstransport der Massen nach abwärts bewirkt, bis die Zerreibungsproducte der Gesteine an den Mündungen der Flüsse in das Meer abgelagert werden, wirkt anderseits auch das Meer selbst längs der adriatischen Küste Ober-Italiens im allgemeinen in landbildender Weise, indem nicht nur die Flussgeschiebe festgehalten, sondern noch durch Materialien vermehrt werden, die das Meer im eigenen Bette aufwühlt und in landbildender Weise der Küste zutreibt.

Die Ursachen dieser Thätigkeit des Meeres liegen theils in den Wellenbewegungen, die durch die herrschenden Winde verursacht werden, theils in Meeresströmungen.

B. Die Wellenbewegungen.

Die Meereswellen werden durch den Stoss des Windes erzeugt und verursachen beim Anlaufen gegen die flachen Ufer der adriatischen Nordwestküste ein Auflockern des Meeresgrundes und einen Transport des aufgelockerten Materiales gegen die Küste zu.

Nachdem die Wirkung der Meereswellen erst in einer gewissen Tiefe zur Wirkung kommt, das heisst bis zu einer gewissen Tiefe vom Wasserspiegel zunehmen muss, anderseits aber in grösseren Tiefen sich nicht mehr zu äussern vermag und vollkommen verschwindet, so gibt es zwischen diesen beiden Grenzen eine Lage, in welcher diese Thätigkeit der auflaufenden Meereswelle ein Maximum erreicht. An dieser Stelle wird die Wellenbewegung das meiste Materiale auflockern und dasselbe in Form einer Bank in einer gewissen Entfernung von der Meeresküste und nahezu parallel zu derselben ablagern.

Diese Ablagerungen wachsen über den Meeresboden, sind häufig cultiviert und bewohnt und bilden langgestreckte Inseln, welche Lido's oder Littorale's genannt werden. Zwischen diesen Küstenriffen oder Dünen und dem festen Lande, der sogenannten „terra ferma“ ist ein Theil des Meeres abgeschlossen, welcher Lagune genannt wird und durch Oeffnungen in den Küstenriffen mit dem offenen Meere in Verbindung steht. Diese Oeffnungen, welche als Zugänge für die Schiffahrt zwischen dem Meere und der Lagune verwendet werden, heissen Porti oder Häfen.

Obwohl zur Entstehung dieser Strandriffe (cordone littorale) die Wellenbewegung des Meeres am meisten beiträgt, ja als die weitaus überwiegende Ursache betrachtet werden kann, so treten hiebei auch noch die Meeresströmungen in zweiter Reihe in Betracht.

Die Tiefe, von welcher bei geneigtem Meeresgrunde die Materialien desselben durch die Meereswellen gegen die Küste befördert werden, beginnt schon etwa bei 12 *m*. Durch den Rückstrom, den die Brandung erzeugt und der sich vornehmlich am Meeresgrunde äussert, werden die Sinkstoffe eben an denjenigen Stellen zur Ablagerung gebracht, wo sich diese beiden entgegengesetzten Bewegungen des Meeres begegnen und aufheben.

Die Materialien, welche diese Wellenthätigkeit des Meeres zum Bau dieser Küstenriffe verwendet, stammen entweder aus den Flüssen, welche an der Küste münden, oder welche von Meeresströmungen hergeführt wurden, oder schliesslich aus Ablagerungen des Meeres selbst, welche mineralischen oder organischen Ursprunges sein können.

C. Die Meeresströmungen.

Diese äussern sich entweder als Gezeiten- oder als Küstenströmungen.

Die Gezeitenströmungen entstehen durch die wechselnde Anziehung, welche Sonne und Mond auf das Meereswasser ausüben, wodurch zweimal im Tage ein regelmässiges Steigen und Fallen des Meeresspiegels verursacht wird, welches Flut und Ebbe genannt wird.

Hiebei ist die Wirkung des Mondes weit überwiegend gegenüber jener der Sonne.

Da das Wasser seiner leichten Beweglichkeit wegen, ohne sich von der Erde zu trennen, seine Form verändern kann, so folgt es eben zum Theile der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne, und es bilden sich an entgegengesetzten Punkten der Erde Anschwellungen, welche zwei Wellen von ausserordentlicher Länge bilden, die nahezu mit der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde sich in einer der Umdrehung der Erde entgegengesetzten Richtung bewegen. Die Geschwindigkeit dieser Strömung beträgt im Ocean etwa 3·7 *km* per Stunde, reduciert sich aber, wo grosse Hindernisse vorhanden sind, auf 6 bis 10 *m* per Stunde. Im adriatischen Meere beträgt die Meeresschwankung zwischen Ebbe und Flut kaum 1 *m*, daher auch die dadurch erzeugte Strömung in der Regel nicht im Stande ist, grosse Materialbewegungen hervorzurufen. Die Gezeitenschwankungen sind am meisten ausgeprägt in den Sizigien, weil da die Anziehung des Mondes und der Sonne sich summieren, hingegen klein in den Quadraturen, in welchen die Flutwellen des Mondes und der Sonne unter rechtem Winkel zu einander geneigt sind, daher einander zum Theile aufheben. Sie heissen Nippfluthen. Die Fluten in den Sizigien zur Aequinoctialzeit sind die stärksten und heissen Sturmfluten.

Im adriatischen Meer heisst man die Fluthöhe, welche gewöhnlich zur Zeit der Sizigien eintritt: „marino comune“ oder kurzwegs „Comune“. Sie erreicht in der Lagune von Venedig 0·85 *m* und ausserhalb des Lido 1 *m*.

An der Po-Mündung beträgt dieser Unterschied zwischen Ebbe und Flut 0·7254 *m*. Diese Flut ist bei Ficarolo im Po-Fluss nicht mehr zu verspüren, hingegen beträgt sie in einer

Entfernung von 30 *km* oberhalb der Mündung, also etwa bei Cavanella di Po 0·03 bis 0·05 *m*.

In Flüssen, welche in den freien Ocean mit hoher Flut ausmünden, steigt die Flut durch die Flussmündung in das Flussbett hinauf und erzeugt bei der Rückströmung der Ebbe eine so grosse Strömung, dass hiedurch eine sehr wirksame Durchspülung der letzten Flusstrecke, insbesondere die Abspülung der an der Flussmündung abgelagerten Sinkstoffe, welche in grosse Meerestiefen transportiert werden, erzeugt wird. Hiedurch erfolgt eine Verbreiterung und Eintiefung der Flussmündung, welche für die Schiffahrt von höchster Wichtigkeit ist. Ohne ihr wäre beispielsweise das Einfahren grosser Seeschiffe durch die Themse bis London und durch die Elbe bis Hamburg unmöglich.

Ganz anders verhält es sich bei Flussmündungen im Binnenmeere mit schwacher Gezeitenbewegung; hier fehlt diese vortheilhafte Wirkung fast vollkommen.

Die Flut dringt wohl durch die Häfen in die Lagunen hinein, der Rückstrom der Ebbe wird aber infolge der herrschenden Winde, welche gegen die Küste gerichtet sind, im allgemeinen schwächer sein, so dass ein Theil der vom Flutstrom in die Lagunen gebrachten Sinkstoffe des Seegrundes in denselben liegen bleibt und nach und nach zur Versandung der Lagunen noch mehr beiträgt.

Flüsse, welche nicht in Lagunen, sondern in das offene Meer einmünden, wie z. B. die Etsch und der Po, sind allerdings in einer verhältnismässig günstigeren Lage gegen die eigentlichen lagunaren Flüsse der Nordwestküste der Adria; da jedoch der Gezeitenwechsel nur ein schwacher ist, so überwiegt die landbildende Thätigkeit der durch die herrschenden Nordost- (Bora) und Südost- (Scirocco) Winde erzeugten Meereswellen weitaus gegen den Vortheil der Spülung durch den Rücklauf des Ebbestromes.

Die Küstenströmung in der Adria ist eine Meeresströmung, welche sich längs der dalmatischen Küste hinzieht und an der adriatischen Nordwestküste von links nach rechts gerichtet ist, wenn der Beobachter das Gesicht dem Meere zuwendet.

Sie hat eine Geschwindigkeit von 5·4 bis 7·4 *km* in 24 Stunden oder 0·085 *m* per Secunde und äussert ihre Wirkungen nur auf geringe Tiefen, welche zwischen 4 bis 8 *m* geschätzt werden.

Obwohl die Küstenströmung (Corrente littorale) auch als „radente" Strömung bezeichnet wird, liegt ihr Stromstrich, also die Linie der grössten Geschwindigkeit, welche auch zur Schiffahrt benützt wird, etwa 5·4 *km* vom Strande entfernt.

Diese Küstenströmung wird durch den Einfluss der herrschenden Winde bedeutend gestört. Bei Nord- und Nordostwinden verstärkt, kann sie bei conträren, also bei Süd- und Südwestwinden nicht nur abgeschwächt, sondern auch aufgehoben, ja in eine entgegengesetzte Strömung verwandelt werden.

Obwohl in früheren Zeiten namentlich infolge der im Jahre 1715 veröffentlichten Arbeiten Montenari's (Pensieri sul mare adriatico e sua corrente) die Ansicht allgemein war, dass diese Littoralströmung eine Hauptursache der Versandung der Lagunen Venedigs sei, und selbst Paleocapa noch die Ansicht vertrat, dass die Littoralströmung im Stande sei, den Meeressand noch schwebend zu erhalten, so scheint es nach neueren Ansichten[1] festzustehen, dass diese Strömung bei ihrer Geschwindigkeit eine derartige Wirkung auf die Bewegung der Sinkstoffe nicht wohl ausüben könne.

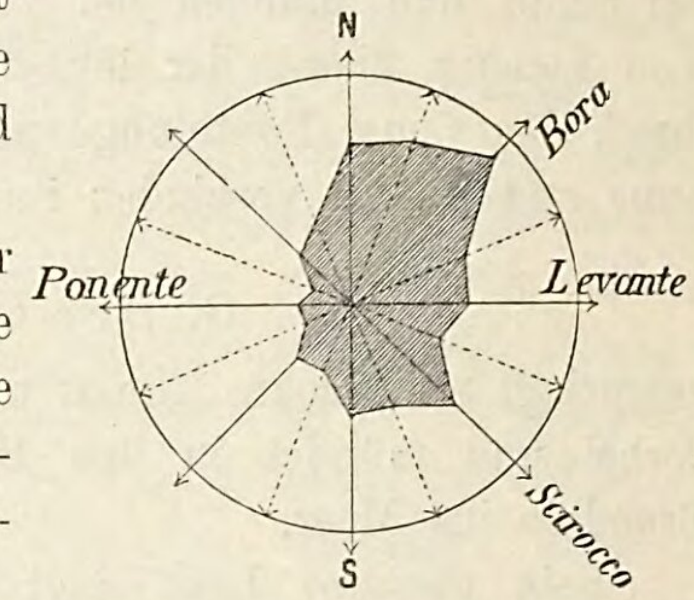
Den Hauptantheil an der Landzunahme der adriatischen Küsten scheint daher nur die durch die Winde hervorgerufene Thätigkeit der Wellen zu haben.

[1] Kovács.

In der That herrschen auch in der Adria so lebhafte Winde, dass ein ruhiges Meer selten beobachtet wird.

In zwei Drittel der Zeit eines Jahres wehen aber östliche und südöstliche Winde, und überwiegen diejenigen von Westen sowohl an Zahl als auch an Dauer um das dreifache, wodurch mit Rücksicht auf die geringe Tiefe des adriatischen Meeres und die grossen Geschiebemassen, welche von den dort einmündenden Flüssen zu Thale gebracht werden, die stetige Zunahme der Küste vollkommen genügend erklärt wird.

Fig. 5.



Aus der in beistehender Figur 5 dargestellten Windrose für die nördliche Adria ist die Vertheilung der dort herrschenden Winde deutlicher zu entnehmen.

11. Capitel.

Die Entstehung des oberitalienischen Schwemmlandes.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das adriatische Meer einst den Fuss der Alpen und Apenninen umspülte, indem selbst unter den Ablagerungen in der piemontesischen Ebene noch Salzwasserbildungen enthalten sind, welche diese Ebene als ehemaligen Meeresboden kennzeichnen.

In dieser Meeresbucht lagerten die in denselben einmündenden Flüsse, welche bei der in vergangenen Zeiten noch geringeren Denudation der Gebirge weit grössere Gefälle hatten, als dies heute der Fall ist, ihre Geschiebe ab, indem sie ihre Schuttkegel stets weiter vorwärtsschoben.

Der Hauptfluss der Bucht, nämlich der Po, welcher seiner centralen Lage gemäss die grössten Wasser- und Geschiebemassen führte, bildete sich inmitten der flachen Bucht ein Bett in seinen eigenen Alluvionen, wobei er sich seine Ufer aus natürlichen Geschiebebänken dammartig bildete und sich am Kamme dieses Dammes durch die Meeresbucht vorwärts arbeitete, wie dies bei allen geschiebeführenden Flüssen, welche sumpfige Niederungen oder flache Seen oder Küsten durchziehen, auch heute allgemein beobachtet wird.

Die Bildung dieser Uferwülste erfolgt nothwendig, weil die überströmenden Wässer ihre Geschiebe längs den Ufern ablagern und sodann erst die geklärten Wässer weiter in das Innundationsgebiet fliessen, und in demselben umsoweniger und umso feineres Geschiebe ablagern, je weiter sie von den Flussufern entfernt sind, beziehungsweise einen je weiteren Weg sie im Thale der Quere nach zurückgelegt haben.

Zwischen dem natürlichen Geschiebedamm, auf welchem sich der Po vorwärts bewegte und dem Fusse der Schuttkegel der einzelnen Flüsse, erstreckten sich flache langgestreckte Meeresbuchten, beziehungsweise später weite Sümpfe, deren Bestand noch in historischer Zeit nachgewiesen erscheint.

Durch Ausbrüche des Po und der anderen Flüsse wurde nach und nach die ganze Ebene colmiert und die einzelnen Flüsse, welche früher selbständig in das Meer oder in die Sümpfe mündeten, mussten sich nach und nach nothwendigerweise mit dem Po vereinigen.

Je geringer das Gefälle der Po-Ebene wurde und je höher die Geschiebebarren an den Ufern des Hauptflusses, umso schiefer musste der Winkel sein, unter welchem diese Vereinigung stattfand, bis endlich die letzten Flüsse sich parallel zum Po bis zum Meere bewegten.

Nachdem der Isonzo, Tagliamento u. s. w. nahezu nordsüdlich verlaufen, während der Lauf des Po sich von Westen

nach Osten erstreckt, die Piave, Brenta u. s. w. aber zwischen diesen Extremen vermittelnde Laufrichtungen haben, so scheint es, dass alle diese Flüsse gegen die Mitte des adriatischen Meeres, als eines Senkungsgebietes gravitieren und da die ganze Nord- und Nordwestküste der Adria in stetem Vorrücken begriffen ist, so dürfte in der Zukunft der Po einstens diese venetianischen Flüsse in derselben Weise aufzunehmen haben, wie dies mit den lombardischen und piemontesischen Flüssen bereits gegenwärtig der Fall ist.

Die gegenwärtige Nordwestküste der Adria von Rimini bis Aquileja bildet ein an Lagunen, Küstenwällen, Sümpfen und Flussdeltas reiches Gebiet, in welchem die Lagunenbildung in allen Stadien des Fortschrittes verfolgt werden kann. Es finden sich Lagunen, welche bereits ganz verlandet und in cultivierte Flächen umgewandelt worden sind, wie beispielsweise die Gegend um Ravenna, weiters finden sich noch lebende Lagunen (laguna viva), in denen die Strömung der Gezeiten und das mit derselben eintretende und kräftig rückflutende Meereswasser noch jede Sumpfbildung verhindert, weiters finden wir todte Lagunen (laguna morta), in denen diese Meeresströmung nicht mehr stattfindet, sei es durch Versandungen der Oeffnungen in den Küstenriffen, sei es aus anderen Ursachen und in welchen Sumpfbildungen um sich greifen, schliesslich finden wir Lagunen, die bereits verlandet, aber noch versumpft und nicht culturfähig sind.

Von Rimini bis Venedig bildete der Küstenwall, welcher sich parallel längs der Küste hinzog, eine ganz regelrechte Curve, welche eine Sehne von 160 und einen Pfeil von 30 *km* hatte. Zwischen diesem Wall und der Küste war einst eine grosse, zusammenhängende Lagune, welche das Estuario Adriatico hiess.

Der erste Theil von Rimini bis zur heutigen Mündung des Reno-Primaro hiess einstens Padusa und ist gegenwärtig vollkommen verlandet. Den nächstfolgenden Theil bis zur Etsch-Mündung nennt Lombardini das Estuario Padano, weil derselbe die Po-Mündungen enthält. Der Theil der Lagune bis oberhalb Venedig, in deren Mitte sich Venedig erhebt, ist unter dem Namen Lagune von Venedig bekannt; ihr unterer Theil heisst die Lagune von Chioggia.

Weiter nach Osten erstreckt sich in einer Länge von 90 *km* bis zum Isonzo die Lagune von Caorle (laguna Caprulese), deren westlicher Theil von den beiden geschiebeführenden Flüssen Piave und Tagliamento nahezu verlandet ist; auch der Natisone, welcher zur Römerzeit noch bei Aquileja vorbeifloss, rückte vereint mit dem Isonzo um 13 *km* nach vorwärts im Busen von Monfalcone.

Die Lagune von Venedig wäre bereits vollkommen versandet, wenn nicht seit vielen Jahrhunderten die grössten Anstrengungen gemacht worden wären, die in dieselbe einmündenden geschiebeführenden Flüsse aus derselben zu entfernen.

Insbesondere wurde die Brenta und der Bacchiglione aus der Lagune verbannt und südwärts in den Hafen von Brondolo geleitet. Auch die kleinen Zuflüsse zwischen der Brenta und dem Musone wurden durch einen Canal längs des Lagunenrandes, den „Taglio nuovissimo", abgefangen, und nach Brondolo geleitet. Ebenso mussten grosse Vorkehrungen getroffen werden, um die Versandung der Lagunen vom Meere aus, beziehungsweise die Versandung und Absperrung der Häfen in den Küstenwällen zu verhindern, namentlich um eine Spülung des rückflutenden Ebbestromes in den Häfen zu erzielen. Trotz alledem scheint aber die Versandung Venedigs nur eine Frage der Zeit zu sein und dürfte sich die immer weiterschreitende Versumpfung der Lagune schliesslich doch nicht mehr aufhalten lassen.

Alle Anzeichen lassen darauf schliessen, dass in vorhistorischen Zeiten die Geschiebemengen der Seitenzuflüsse des Po weit grössere waren als heute, indem man mitunter ganze Hügel grober Blöcke findet. Diese groben Geschiebe, welche nicht glacialer Natur sind, stammen aus einer Zeit, in welcher die Gebirge noch eine weit grössere Höhe hatten und in der die Alpen-Seen, welche jetzt als Ablagerungsplätze der Geschiebe dienen, noch nicht vorhanden waren. Nach und nach wurden die Geschiebe kleiner, in den Sümpfen bildeten sich Inseln, welche dauernd trocken blieben und zu Wohnstätten und zur Bodencultur befähigt wurden.

Von diesen aus giengen dann die menschlichen Anstrengungen aus, die natürlichen Verhältnisse durch Regulierungen und Trockenlegungen zu verbessern.

Diese landbildende Thätigkeit war schon Aristoteles bekannt, welcher sie auch in Griechenland zu beobachten Gelegenheit hatte. — So sagt er: „Plura quae prius aquosa nunc etiam continens fiunt".[1] — Ovid schreibt darüber in seinen Metamorphosen:

„Vidi ego quae, quondem fuerat floridissima tellus
Esse fretum, vidi factas ex aequore terras.

Wann die Po-Ebene bereits bewohnt war ist kaum annähernd bestimmbar, doch scheint es aus alten Mythen, welche die Po-Ebene umschweben, dass die grossen vulcanischen Ereignisse am Innenrande der Alpen, mindestens aber noch starke Ausbrüche der alten Vulcane der Monti Euganei, Monti Berici u. s. w., welche mit der Hebung der Alpen in Verbindung stehen, schon im Gedächtnisse des Menschengeschlechtes liegen, denn die griechische Mythologie lässt hier die Aegis entstehen, ein feuerspeiendes Ungethüm, welches die Gegend des Po, sowie auch Wälder in den Bergen des Epirus und viele andere Erdstrecken in Brand setzte, bis es durch Minerva gerade an den Küstenwällen des Po in den ceranischen Wäldern getödtet wurde. Zum Triumphe über diesen Sieg schmückte Minerva mit dem Aegis-Haupte ihren Schild.

Dass sich diese Sage auf vulcanische Ereignisse bezieht, ist daraus ersichtlich, dass der Aegis die Macht bei Lebzeiten zugeschrieben wurde, Steine zu verbrennen, nach ihrem Tode (Erkalten) aber, umgekehrt in Stein zu verwandeln.

Die geheimnisvollen Bernstein-Inseln lagen nach der Tradition an der Mündung des Po, welcher in uralten Zeiten mehr gegen Norden lag und Aristoteles oder der sonstige gleichaltrige Verfasser des Werkes: „De Mirabilibus auscultationibus", bemerkt, nachdem er von den Inseln „ab Eridano effusae" gesprochen hatte, dass dort ein See mit siedend heissem Wasser lag, welches einen üblen Geruch hatte, so dass weder die Herden daraus trinken, noch die Vögel herüber fliegen konnten, ohne das Leben einzubüssen.

Da wir noch heute thätige Vulcane in Italien haben, so den Vesuv und Aetna, wie auch warme und übelriechende Quellen (Schwefelquellen) im Alpen-Gebiete vorkommen, so scheint, dass die griechische Tradition noch auf wirklicher Beobachtung vulcanischer Ereignisse an den Po-Quellen beruht und dass schon damals Küstenriffe und Lagunen vorhanden waren.

Die marinen Schichten, welche abwechselnd und unregelmässig in den Ablagerungen der Po-Ebene gefunden worden, zeigen, dass das Meer wiederholt verlorene Gründe wieder zurückeroberte, dass also die Flüsse vagierten, sich neue Arme bildeten und an anderen Stellen wieder ins Meer ergossen, wie sie es auch in historischen Zeiten noch thaten.

Seit den ältesten historischen Zeiten bestand der Küstenwall (Cordone littorale), welcher sich von Altino (ober Venedig)

[1] Aristoteles. Phisic.

oder von Burano bis zum Po erstreckte und 54 *km* lang ist, sodann aber das jetzige Po-Delta durchschneidend über Morozzo, Caldidoro, S. Alberto am Po di Primaro bis Ravenna und Rimini in einer Länge von 115 *km* hinzog, so dass die gesammte Länge 170 *km* erreichte.

Ravenna, welches von den Tessaliern 12 Jahrhunderte vor Christus am Küstenwall erbaut wurde, hatte bis zur Römerzeit einen berühmten Hafen in der Lagune von Classis, in welcher eine mächtige Flotte Zuflucht finden konnte. Tiberius und Trajan verschönerten die Stadt, welche vom Ostgothenkönig Theodorich zur Residenz erhoben wurde. Einige Jahrhunderte später war diese Lagune schon verlandet und heute ist Ravenna 8 *km* vom Meere entfernt.

Die Griechen, welche gleichzeitig mit den Tessaliern an den Po kamen, gründeten an demselben die Stadt Spina, welche durch Veränderungen des Po-Flusses in einigen Jahrhunderten zugrunde gieng.

Nachdem die Etrusker das Thal occupierten, gründeten sie die Stadt Adria am Rande der damals noch bestehenden Lagune am Flusse Tartaro und theilten den Po, um sich vor ihm zu sichern in mehrere Arme, welche durch Quercanäle in der Lagune verbunden wurden. Hiedurch wurde die Verlandung der Lagune beschleunigt.

Zur Zeit des Plinius sandte der Po seine ganzen Wassermassen nach Ferrara, wo die Theilung eintrat. Der südlichste Arm des Po war der jetzige Reno (Primaro) und hiess damals Eridanus. Da er die alterthümliche von den Griechen nordwestlich von Ravenna angelegte Stadt Spina durchzog, hiess diese Po-Mündung Spineticum Ostium. Später hiess dieser Po-Arm Po d'Argenta oder Po di Primaro. Eine zweite Mündung lag in der Lagune von Comachio, eine dritte nördlich bei Volano (Ostium Olane), schliesslich bestand noch eine gegen Nord-Osten nach Adria gerichtete Abzweigung des Po.

Vitruv,[1] ein Zeitgenosse des Augustus beschreibt die gallischen Sümpfe, welche sich von Ravenna über Altino bis Aquileja erstreckten und Eriodanus[2] berichtet, dass zur Zeit des Kaisers Maximus (238 n. Chr.) über Lagunen und Sümpfe frei von Ravenna bis Aquileja gesegelt werden konnte.

Nach Plinius lag die Stadt Adria an sieben Meeren, welche nichts anderes als sieben Lagunen von Ravenna bis Aquileja waren.

Zu Anfang der Römerherrschaft begannen die Sümpfe am rechten Ufer des Po noch bei Piacenza und erstreckten sich vom natürlichen Geschiebewall längs den Ufern des Po bis zum Fusse der Schuttkegel der Apenninen-Flüsse. Im Jahre 640 römischen Datums trocknete Emilius Scaurus den oberen Theil dieser Sümpfe von Piacenza gegen Parma aus; es verblieb jedoch für eine Reihe von Jahrhunderten der Sumpf von Bondeno und die Padusa noch schiffbar. Als derselbe Emilius Scaurus die Via Emilia baute und über die Apenninen kam, musste er den zahlreich vorgefundenen Sümpfen ausweichend die Strasse über Este, Padua und Mestre fortsetzen.

Die Römer machten aus Ober-Italien eine Kornkammer, welche sie in ihren Operationen nach Norden unterstützte.

Zahlreiche Flussregulierungen, Dammbauten und Schifffahrts-Canäle charakterisieren diese Periode. Selbstverständlich ist es, dass bei dem damaligen Zustande des Landes von hochwasserfreien Dämmen nicht die Rede sein konnte, sondern nur von Uferschutzwerken, welche den Fluss in geregelten Bahnen hielten.

Diese Römerbauten verfielen, nachdem die Gothen der Herrschaft der Römer ein Ende bereitet hatten. Mit dem fünften Jahrhunderte, in welchem Kriege das Land verwüsteten, Pest und Hungersnoth einbrachen, verfielen auch die Wasserbauten, welche den Reichthum Ober-Italiens gebildet hatten.

[1] Da architectura. Lib. I.
[2] Vitae imperatorum Roman.

Um sich im Jahre 450 vor den Horden der eingefallenen Hunnen zu schützen, flüchteten sich Veneter in die Lagunen von Venedig und gründeten dort die Stadt gleichen namens auf der Insel Rialto.

In derselben Weise wurde während der Völkerwanderung die Reihe von Vorinseln, welche bereits eine lückenhafte Vorküste bildete, auch von anderen Flüchtlingen besetzt. Die Einwohner von Aquileja gründeten Grado, die von Concordia wanderten nach Caorle, die Bürger von Altino gründeten Murano, die von Este gründeten Malamocco und Chioggia.[1]

Im Jahre 568 n. Ch. fielen die Longobarden in Ober-Italien ein, unter deren Herrschaft das Land immer mehr verwilderte, so dass nach der furchtbarsten aller historischen Ueberschwemmungen in Ober-Italien im Jahre 585, welche Geröllschichten bis zu 10 *m* Stärke ablagerte und die grössten Wälder vernichtete, die Versumpfung und Entvölkerung durch drei Jahrhunderte erschreckend zunahm.

Nach Besiegung der Longobarden kam Ober-Italien in den Besitz der Franken unter Karl dem Grossen, unter dessen Herrschaft namentlich die Mönchsklöster die Landescultur in ergiebigster Weise pflegten und unermessliche, grossentheils ihnen geschenkte Länderstrecken urbar machten.

Durch dieses Beispiel angeeifert, kam das Land bald wieder in geordnete Verhältnisse und Dank seiner günstigen klimatischen Verhältnisse zu hohem Wohlstande.

Im siebenten Jahrhunderte wurde die Stadt Ferrara gegründet, von wo aus die Meliorierung der umliegenden Grundcomplexe betrieben wurde.

Damals wurden schon allerorts Dämme gebaut und es scheint, dass im zwölften Jahrhunderte die Eindämmung des unteren Po schon beendet war, denn ein Gesetz der Stadt Padua aus dem Jahre 1256 ordnete an, dass die Flussdämme der Hochwässer wegen nicht weniger als 20 Fuss hoch und 12 Fuss breit gemacht werden sollten.

In der Mitte des zwölften Jahrhundertes im Jahre 1150 ereignete sich der denkwürdige Dammbruch bei Ficarolo, westlich von Ferrara, welchem der heutige Po-Lauf seinen Ursprung verdankt. Der Po von Ferrara, welcher sich in zwei Arme, in denjenigen von Primaro und von Volano, theilte, blieb im sechzehnten Jahrhunderte infolge von Flussbettverlegungen trocken, worauf sich alle Wässer in dem Hauptarm des Po (Po di Venezia) vereinigten. Der letzte Zweig dieses Po di Venezia wurde zur Entlastung mit Rücksicht auf die Stadt Venedig nach Goro geleitet mittelst des Durchstiches von Viro.

In das frühere Bett des Po di Primaro wurde im Jahre 1767 der Apenninenfluss Reno eingebettet, welcher seinerzeit nach erfolgter Verlandung des Primaro durch lange Zeit in den Po von Ferrara floss, später nach Süden durchbrach, worauf die Venetianer seine Wiedereinleitung in den Po nicht mehr zugaben.

Nach der nach und nach aus systemlosen Anfängen entwickelten Flussregulierung folgte die Anlage der Binnenentwässerung und Austrocknung des Landes, durch welche es zu der heutigen Blüte gelangte, auf welche unser Nachbarreich Italien und die civilisierte Menschheit mit Stolz blicken kann.

[1] Aenderungen der toscanischen und venetiatischen Alluvialgebiete in historischer Zeit von Dr. E. Reyer (Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde in Berlin, 1882).

In dieser langsamen und schwierigen Culturarbeit ist eines mit Sicherheit zu erkennen, das ist der stetige Fortschritt aus unwirtlichen Zuständen zu solchen, welche die Cultur dort, wo sie früher nicht möglich war, ermöglichen und dort, wo sie bereits bestanden hatte, erhöhten.

Dieses grossartige Resultat war aber nur mit Hilfe des in Italien seit zwei Jahrtausenden angewendeten Hochwasserdamm-Systemes in Verbindung mit Colmierungs- und Entwässerungsarbeiten möglich.

In dem Maasse, als die hochwasserfreien Dämme allerwärts beendet, verbessert und befestigt wurden, als Hand in Hand mit diesen Arbeiten grosse Meliorationsarbeiten vorgenommen wurden, hat sich auch die Sicherheit der Po-Ebene vor Ueberschwemmungen, insbesondere seit der gründlichen Reconstruction der Po-Dämme zu Anfang dieses Jahrhundertes in staunenswerter Weise gehoben und sowohl diese Sicherheit, als die Cultur überhaupt hebt sich dort mit jedem Tage.

Ganz unrichtig ist die mitunter gehörte Ansicht, dass in Italien, besonders in der Po-Ebene, die Versumpfung von Tag zu Tag zunehme, was der angeblichen Fehlerhaftigkeit des dort angewendeten Hochwasserdamm-Systemes zugeschrieben werden möchte, dass daher die Cultur dort einen umgekehrten Gang nehme und aus einst blühenden Zuständen der Versumpfung und Verödung entgegen gehe.

Es wird mitunter versucht angebliche Beweise für eine behauptete zunehmende Versumpfung aus der Geschichte zu entnehmen.

So wird bezüglich der „Valli grandi Veronesi", das ist der „grossen Sümpfe von Verona" behauptet, dass schon Tacitus in seiner Geschichte über den Krieg des Antonius mit Cecina diese Sümpfe des Tartarus nennt, dass jedoch zu diesen Zeiten dieselben beiweitem nicht den gewaltigen Umfang erreicht hätten, wie in der jüngsten Zeit, da man sonst bei den Entsumpfungsarbeiten in den westlichen Partien der Sümpfe nicht auf Reste römischer Ansiedlungen hätte stossen können, welche gewiss nicht inmitten eines versumpften Districtes erbaut worden wären.

Es wird daraus eine zunehmende Verschlechterung der Bodenverhältnisse in Italien zu folgern versucht und diese dem Damm-System zugeschrieben.

So scheinbar richtig es ist, dass die Veroneser Sümpfe zur Römerzeit nicht so weit nach Westen reichten, als dies vor der in letzter Zeit ausgeführten Trockenlegung der „Valli grandi Veronesi" der Fall war, so ist doch der daraus gezogene Schluss ganz unrichtig, denn die vorübergehende Ausbreitung der Sümpfe nach Westen ist zweifellos nachgewiesenen rein localen Ursachen zuzuschreiben, während es ebenso erwiesen ist, dass sich zur Römerzeit die „Valli grandi Veronesi" sogar bis zum Meere ausdehnten, also Flächen einnahmen, die mit den späteren Sümpfen in gar keinem Vergleiche stehen. Der Nachweis hiefür wird im folgenden Capitel „die Etsch in Italien" geführt werden.

Da inzwischen übrigens auch die Valli grandi Veronesi vollkommen ausgetrocknet und melioriert worden sind, was nicht nur trotz, sondern nur mit Zuhilfenahme des bestehenden Flussregulierungs-Systemes erst ermöglicht wurde, so ist nicht abzusehen, wie die Behauptung der Zunahme der ehemaligen Sümpfe und noch dazu durch angebliche Verschuldung des Hochwasserdamm-Systemes fernerhin noch aufrecht gehalten werden könnte.

Es kann nur mit Freude begrüsst werden, dass die Culturarbeit der Menschheit hier wie überall nicht ohne Erfolg geblieben ist und zu grossartigen Verbesserungen früher bestandener Uebelstände geführt hat.

Dass auch jetzt noch manches zu wünschen übrig bleibt, liegt in der Natur der Sache und klebt jedem Menschenwerke an. Wenn man aber mit den heutigen Zuständen diejenigen vergleicht, welche ohne der Regulierung der Flüsse in Italien nach dem System der Hochwasserdämme herrschen würden, dann kann man sich der frohen Ueberzeugung nicht entschlagen, dass der dort eingeschlagene Weg der einzig richtige, ja überhaupt mögliche war und dass den künftigen Generationen nur die Aufgabe zufällt, dieses System zu erhalten, zu befestigen und weiter auszugestalten.

Dieses System, an welchem durch zwei Jahrtausende die hervorragendsten Geister hochcultivierter Nationen, insbesondere die ersten Gelehrten Italiens mit Aufgebot aller Kraft gearbeitet haben, ist heute von den ersten Autoritäten als dasjenige anerkannt, welches den Verhältnissen der oberitalienischen Ebene vollkommen entspricht und trotz mancher nicht abzustreitenden Unvollkommenheiten durch kein anderes, wie immer geartetes System ersetzt werden kann.

Ueber die für und gegen das Hochwasserdamm-System vorgebrachten Gründe soll in einem späteren Capitel ausführlich die Rede sein.

12. Capitel.

Die Höhenlage der Po-Ebene dem Flussbette gegenüber.

Es kann mit Rücksicht auf die oft verbreitete irrige Meinung, als ob das Flussbett des Po über die Ebene weit erhoben wäre, nicht übergangen werden, die relative Lage des Flussbettes den umliegenden Grundstücken gegenüber kurz zu skizzieren:

Die Erhebung der letzteren über das Niederwasser des Po beträgt:

Am linken Ufer zwischen Cremona und Casalmaggiore 3·50 *m* bis 4·50 *m* und bei den weiter 5 bis 6 *km* vom Flusse entfernten Gründen 3 bis 4 *m*. Die Hochwässer heben sich daselbst etwa 6 *m*.

Von Casalmaggiore bis zur Einmündung des Oglio 4·50 *m* bis 5 *m* und die weiter entfernten Gründe 3·50 *m* bis 4 *m*. Die Hochwässer heben sich von 6·60 *m* bis 8·20 *m*.

Von der Mündung des Oglio bis zu derjenigen des Mincio 4 *m* bis 5 *m* und die weiter entlegenen Gründe 3 *m* bis 4 *m*. Erhebung des Hochwassers 8·30 *m* bis 8·40 *m*.

Von der Einmündung des Mincio bis zur Fossa d'Ostiglia 4 *m* bis 6 *m* und die weiter entfernten Gründe 3 *m* bis 4 *m*. Erhebung der Hochwässer 8·80 *m* bis 9·50 *m* (Maximum).

Hier beginnt die grösste Depression des zwischen Po und Etsch eingeschlossenen Terrains, in dessen Grunde der Tartaro fliesst, welcher später den Namen Canal bianco annimmt. Die Grundstücke erheben sich über das Niederwasser des Po 3·10 *m* bis 4·70 *m*.

Bei der Bastion San Micchele, wo die Fosseta in den Tartaro mündet, wo einst die Veroneser Sümpfe lagen, beträgt die Höhe immer noch 1·50 *m* bis 2 *m* über dem Niederwasser des Po.

Im sogenannten Polesine di Rovigo beträgt diese Höhe 2·50 *m* bis 4 *m*.

Auf der rechten Seite des Po bis zur Mündung des Panaro sind die tiefsten Punkte, wo die einstigen Bondeno-Sümpfe gelegen waren beträgt die Erhebung 3·50 *m* bis 5·50 *m*.

Für die weiter unterhalb liegenden Gründe kann man dasselbe sagen, mit Ausnahme der Sümpfe von Comacchio, welche stets in dieser Lage waren und eigentlich noch mehr Lagunen sind.

Diese Daten sind einem Briefe Lombardini's an Herrn P. Guillemain, Generalinspector und Professor an der Ecole national des ponts et chaussées entnommen, welchen der

genannte Herr in seinem ausgezeichneten Werke: „Navigation intérieure, rivières et canaux, Paris 1885“ veröffentlicht.

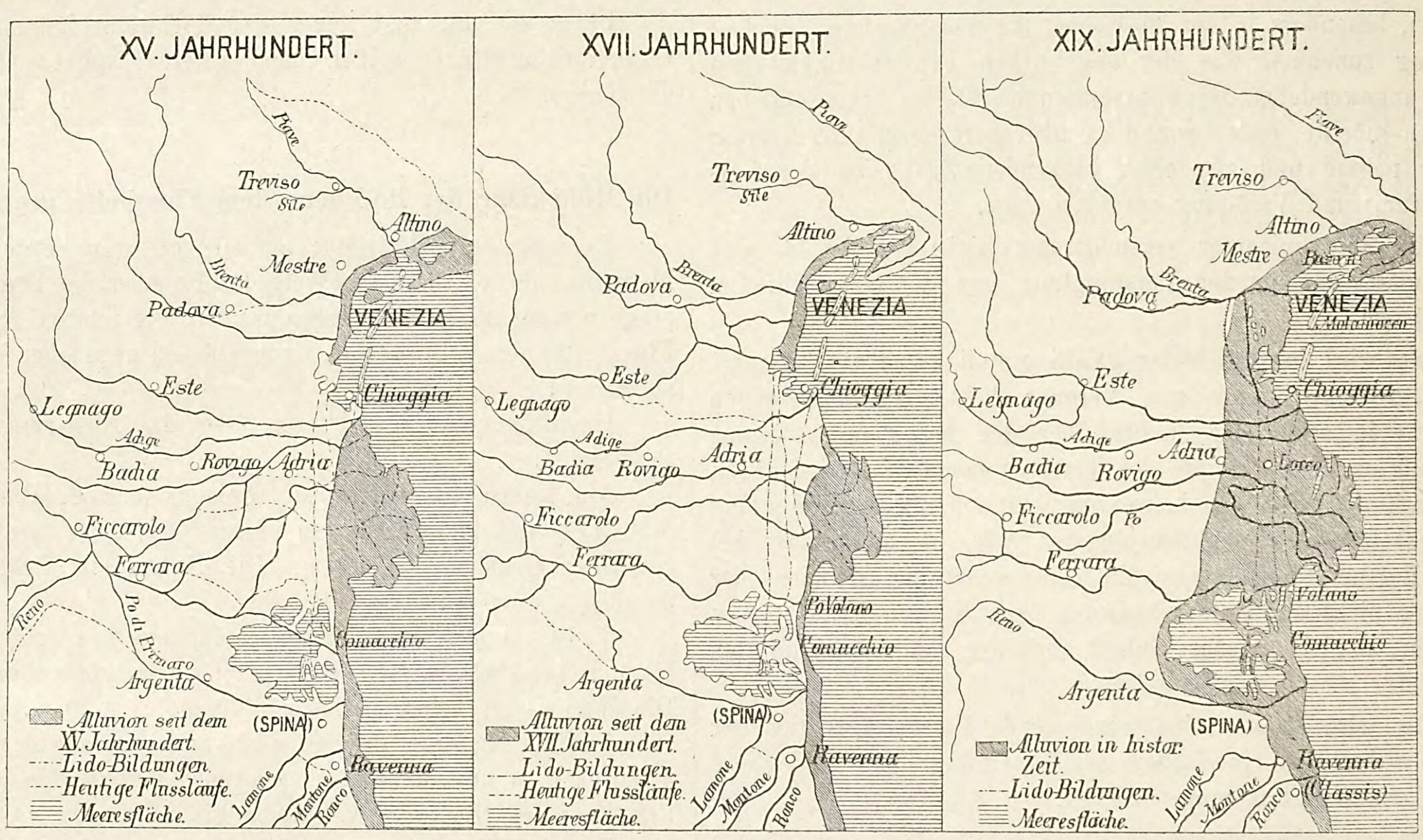
Am Schlusse des interessanten Briefes schreibt Lombardini: „Vous conclurez donc de tout cela, que c'est une idée „bien étrange que celle qui s'est répandue dans tous les „ouvrages de géologie et de géographie, c'est-à-dire que „tous ces territoires se trouvent plus bas que le lit du Po.“ [1]

In der That ist eine Erhebung des Flussbettes über die anliegenden Gründe nur im untersten Theile der Etsch vorhanden. Auch hier ist das verbreitete Gerücht, dass die ganze Etsch in Italien, oder gar im alpinen Etschbecken über das natürliche Terrain erhoben wäre, ganz unbegründet und ist eine derartige Hebung der Etschsohle insbesondere in Tirol, wo der Ausgleich des Gefälles fast ausnahmslos, abgesehen von besonderen localen Verhältnissen durch Eintiefung stattfindet, auch gar nicht zu erwarten.

hunderte entspricht.[1] In denselben sind auch die Veränderungen, welche in diesen Zeiträumen an den Flussläufen stattgefunden haben, ersichtlich.

Weiters sind darin auch die Lido-Bildungen eingezeichnet, woraus zu entnehmen ist, dass im 15. Jahrhunderte die westlichste in der Karte ersichtlich gemachte Lido-Linie mit Ausnahme bei der Lagune von Comacchio bereits vollkommen verlandet war und sich der Lido auch seewärts bereits merklich erbreitert hatte. Von der Lagune von Chioggia aus ist die beginnende Bildung eines neuen Lido nach Süden zu unterscheiden, während nach Norden von Chioggia der Littorale von Pelestrina und Malamocco bereits die Lagunen von Chioggia und Venedig begrenzt. Die Piave mündete damals, nachdem sie bei Treviso vorbeifloss, bei Altino und begann mit ihren Geschiebeablagerungen Venedig zu bedrohen, aus welcher Ursache sie später in die Lagune von Caorle eingeleitet wurde.

Fig. 6.



13. Capitel.

Die Geschiebemengen des Po und der venetianischen Flüsse.

Die Betrachtung der Geschiebemassen, welche durch den Po und die venetianischen Flüsse zur Ablagerung gebracht werden, hat nicht nur einen historischen Wert, indem daraus das Alter des oberitalienischen Schwemmlandes gefolgert werden kann, sondern es kann auch aus dem bisher beobachteten Maasse der Vorrückung der Nordwestküste der Adria in historischer Zeit das weitere Vorschreiten dieser Küste beurtheilt werden, welches in den nächsten Jahrhunderten und Jahrtausenden zu gewärtigen steht. Schliesslich wird es dadurch möglich gemacht, den Einfluss des stetigen Vordringens der Flussmündung gegen das Meer auf die Entwicklung des Längenprofiles des Flusses, beziehungsweise auf die mit der Mündungsverlängerung verbundene Hebung der Flusssohle annäherungsweise zu schätzen.

In den beiliegenden Skizzen Fig. 6 ist die Nordwestküste der Adria dargestellt, wie sie dem 15., 17. und 19. Jahr-

In der Karte aus dem 17. Jahrhunderte sieht man den zweiten Küstenwall beendet und die Lido-Reihe von Malamocco, Pelestrina bis Comacchio geschlossen. Die Geschiebe-Anhäufungen des Po und der Etsch ragen nur wenig über diesen dritten östlichsten Lido hervor und im ganzen geht die Landbildung ziemlich gleichmässig und parallel zur Küste vor sich. Oberhalb Venedig zeigt sich die Lagune von Caorle bereits verlandet, trotzdem die Piave abgeleitet wurde.

In der Skizze aus dem 19. Jahrhunderte sehen wir bereits alle drei Lidi vollkommen ausgebildet, während der Po sein Delta weit in das Meer hinein nach vorwärts gedrängt hat. Der letzte, östlichste Lido bildet einen weiten regelmässigen Bogen von Rimini bis Altino oberhalb Venedig.

Die Küste ist an den Mündungen der Brenta und der Etsch nur wenig vorgerückt, dagegen ist das Po-Delta rapid gegen das Meer vorgeschritten.

Während bis zum 17. Jahrhunderte die Küste sich in ziemlich parallelen Streifen von West nach Ost verschob und ein Lido nach dem anderen sich in ziemlich paralleler Lage,

[1] „Sie werden aus alledem entnehmen, wie sonderbar die Idee „ist, welche sich in allen geologischen und geographischen Werken ver„breitet hat, dass alle diese Territorien sich tiefer befinden als der Po.“

[1] Diese Skizzen sind der Arbeit Dr. Reyers „Aenderungen der venetianischen und toskanischen Alluvialgebilde in historischer Zeit“ entnommen.

also nordsüdlich verlaufend, bildete, tritt seit dem 17. Jahrhunderte kein neuer Lido hinzu, sondern der Po stosst über den letzten Lido radial vor, und bildet eine halbkreisförmige Anlandung, deren Mittelpunkt etwa dort liegt, wo der Hauptarm des Po, der Po di Maestra, die letzte Nehrung (Lido) trifft.

Vergleicht man die Fläche, welche vom 15. bis zum 17. Jahrhunderte an der Po-Mündung angeschwemmt wurde, mit derjenigen, welche zwischen dem 17. und 19. Jahrhunderte zur Anlandung gelangte, so kommt man zum Schlusse, dass sich das Ausmaass in beiden Perioden ziemlich gleich geblieben ist und nur die Form der Ablagerung aus derjenigen des Parallelstreifens zur radialen vorstossenden sich änderte.

Die Erklärung dieser Veränderung ist sofort gegeben, wenn man bedenkt, dass eben zu Ende des 16. Jahrhundertes alle Wässer des Po vereinigt worden sind im Po di Venezia, dessen letzter Zweig durch den Durchstich von Porto Viro in die „Sacca di Goro" geleitet worden ist. Hiedurch gelangten mächtige Schlamm-Massen, welche sich früher auf die Linie Chioggia-Comacchio gleichmässig vertheilten durch die beiden nahe beisammen liegenden Mündungen des Po di Maestra und des Po di Goro zur Ablagerung, welche selbstverständlich weiter nach Osten vorstossen mussten, als dies bisher der Fall war.

Hiezu kam noch, dass durch die immer vervollkommnetere Eindämmung die Geschiebemassen concentrierter im Hauptarme des Po zur Abfuhr kamen und daher auch die Ablagerungen eine radiale Form annehmen mussten.

Diesen Umstand scheint Lombardini[1] nicht genügend gewürdigt zu haben, indem er die verschiedenen Formen der Po-Ablagerungen an der Mündung lediglich dadurch zu erklären versucht, dass bei langsamen Ablagerungen sich Nehrungen bilden, welche sich zur Rechten und Linken mit bereits bestehenden Nehrungen verbinden und ein mehr paralleles Vorschreiten der Küste verursachen, während bei raschem Vorschreiten der Anlandung dieselbe radial wird und sich federbuschartig oder in Form einer Landzunge vorwärts drängt. Es ist offenbar, dass die Aenderung der Geschwindigkeit allein eine so principielle Aenderung in der Form der Ablagerung nicht bewirken kann, die Ansicht Lombardinis daher einer Correctur bedarf.

Von Wichtigkeit ist es das Vorrücken der Küste ziffermässig festzustellen. Der französische Hydrauliker Prony fand, dass die Küste an der Po-Mündung in der Zeit zwischen 1200 und 1600 n. Chr jährlich um 25 *m* und seit 1600 jährlich um 70 *m* vorgerückt sei, wobei sich seine Berechnungen an die Stadt Adria anlehnten.

Lombardini gelangte zu ähnlichen Schlüssen.

Er nimmt an, dass die Stadt Adria, welche nicht am Meere lag, im 12. Jahrhunderte 9·32 *km*, im 16. Jahrhunderte aber, also nach 400 Jahren, 18·58 *km* von der Küste am Po-Delta abstand, woraus sich bis zum 16. Jahrhundert ein jährliches Vorschreiten des Deltas von 23 *m* ergibt. Aehnlich berechnet er mit Berücksichtigung, dass im Jahre 1840 die Stadt Adria 33 *km* vom Meere entfernt war, das Vorschreiten des Deltas zwischen dem 16. und 19. Jahrhunderte mit 62 *m* jährlich ergeben würde. Nachdem Adria vor 2000 Jahren am Meere lag, so würde das jährliche Vorschreiten während der letzten 2000 Jahre 16·68 *m* betragen.

Bocchi[2] geht bei ähnlichen Untersuchungen von der Stadt Spina aus, die er bei Argenta gelegen annimmt und stützt sich hiebei auf folgende Erörterungen:

[1] Lombardini: Guida allo studio dell' idrologia fluviale ecc pag. 35–36.

[2] Trattato geografico-economico comperativo 1879.

Strabo, ein Zeitgenosse des Augustus und Tiberius (um 25 n. Chr.) fand Spina 90 Stadien oder 16.459 *m* vom Meere entfernt, obwohl dort vor 13 Jahrhunderten[1] die Meeresküste lag, was Strabo mit den Worten: „eam unda maris alluerat"[2] bemerkt, es ergibt sich daraus etwa für die 13 Jahrhunderte v. Chr. ein jährliches Vorschreiten der Küste von 12 *m*.

Seit Strabo bis zum 12; Jahrhunderte, also bis zu der Zeit, wo der Durchbruch des Po bei Ficcarolo geschah, daher das Vorrücken des Po bei Spina wesentlich abnahm, betrug das Vorrücken des Po-Deltas bei Spina 12 italienische Miglien, was einem jährlichen Vorrücken von 18·50 Meter gleichkommt. Dieses Resultat nähert sich dem Resultat Lombardinis.

Dass übrigens Flussverhältnisse wesentliche Aenderungen dieser Ziffern hervorbringen, ist aus Folgendem ersichtlich:

Scilaces, ein Zeitgenosse des Darius Hystaspes (521 bis 485 v. Chr.) erzählt, dass zu seiner Zeit zu dem berühmten Spina vom Meere flussaufwärts 20 Stadien, also 3700 *m*, Distanz war, so dass im Vergleich zur Gründungszeit Spinas an der Meeresküste 800 Jahre vor Scilaces das jährliche Vorschreiten bloss 4·5 *m* betrug.

In der Zeit von Scilaces bis Strabo, also den folgenden 100 Jahren, betrug das Vorschreiten 25·5 *m* jährlich.

Nach Bocchi reichte das Meer zu den Dünen, welche das gegenwärtige Po-Delta durchkreuzen, bis zur Mitte des 12. Jahrhundertes und rückte seit dem Durchbruch von Ficcarolo in den nächsten $4^1/_2$ Jahrhunderten, also bis zum 16. Jahrhunderte, in welchem die Concentrierung des Po geschah, jährlich um 25 *m* vor. Seit dem 16. Jahrhunderte bis zur Gegenwart hat sich das Po-Delta von der besagten alten Düne jährlich um 75 *m* ostwärts entfernt. Die Beobachtung dieses grossen Einflusses der Po-Concentrierung im 16. Jahrhunderte auf das rapide Vorschreiten des Delta wird also auch durch Bocchi bestätiget.

Rücksichtlich der Fläche der Po-Alluvionen nahm Lombardini an, dass im Jahre 1599 der Flächenraum der ausserhalb, also östlich der erwähnten Düne gelegenen Alluvionen 15.800 *ha* = 158 km^2 betrug, wozu seither eine Fläche von 31.100 *ha* = 311 km^2 dazukam. Daraus resultiert für die erste Periode von etwa 230 Jahren ein jährlicher Zuwachs von 56·6 *ha* und für die Zeit seit dem 16. Jahrhunderte bis zur Gegenwart von 135 *ha* jährlich.

Hieraus berechnet Lombardini bei einer Annahme von 32 *m* Tiefe und einem Oberflächengefälle von 0·005 der Alluvionen, und bei der Annahme, dass die Meerestiefe vor der Anschwemmung 70 bis 80 *m* betrug, die jährliche Geschiebemasse, welche der Po führt, mit 42,760.000 m^3 für die Zeit seit dem Jahre 1604.

Unter weiterer Annahme, dass ein Cubikmeter Wasser des Po bei Hochwasser den dreihundertsten Theil seines Volums an Schlamm führt und dass diese Schlammführung bei allen Hochwässern, welche 2·50 *m* über Null erreichen, was im Jahre durch etwa 41 Tage der Fall ist, berechnet Lombardini die jährliche Ablagerung des Po mit 40,637.000 m^3, was mit dem früheren Resultate übereinstimmt.

Herr Zollikofer[3] nimmt die Anschwemmung vom 16. bis in die Mitte des gegenwärtigen Jahrhundertes mit 470 km^2 an, woraus sich ein jährliches Mittel von 470 : 240 = 1·95 km^2 ergibt.

Vom 13. Jahrhunderte, als dem Zeitpunkte an, als das Meer noch die Dünen im jetzigen Delta bespülte, bis zum

[1] Nach Dionys von Halicarnos soll Spina noch älter sein.

[2] Strabo, de Situ Orbis. lib. V.

[3] W. Zollikofer: Bassin hydrografique du Po.

16. Jahrhunderte rechnet Herr Zollikofer die jährliche Anschwemmung mit 158 : 300 = 0·53 *ha*.

Wird noch auf die Anschlämmung durch andere Flüsse als Etsch, Bacchiglione, Reno u. s. w. der dritte Theil dessen dazu gerechnet, was der Po geleistet hat, so ergibt sich die jährliche Landbildung im recenten Theile des Po mit 0·7 km^2.

Da nun die ganze Fläche des recenten Theiles der Po-Ebene, das ist der Theil bis zum Mincio 16.200 m^2 beträgt, so folgert Herr Zollikofer daraus, dass das wahrscheinliche Alter dieses Theiles der Po-Ebene, 16.200 : 0·7 = 23.000 Jahre, oder mit Vernachlässigung der Beitragsleistung der Küsten- und der Nebenflüsse 16.200 : 0·53 = 30.565 Jahre, beträgt.

Herr Professor Kovatsch[1] kommt diesbezüglich zu einem wesentlich verschiedenen Resultate, indem er sich darauf stützt, dass die gesammte Vorrückung der Meeresküste, welche einst bei Mantua lag, bis zum heutigen Rande 140 *km* beträgt, was bei der früher besprochenen jährlichen Vorrückung von 16·68 *m* schon in 140.000 : 16·68 = 8398 Jahren geschehen konnte.

Herr Professor Kovatsch bringt dieses Alter mit dem vor 11.133 Jahren im Sinne der Schmick'schen Theorie[2] von den säculären Schwankungen der Meeresspiegel, damals viel höherem Stande des adriatischen Meeres in der Po-Ebene in Verbindung und erklärt die Uferterrassen, welche den Po bis zur Oglio-Mündung begleiten, durch als den seinerzeitigen höheren Meeresspiegel bedingt.

Nach Zurückziehen der säcularen Meeresflut gegen die südliche Halbkugel hätte sich der obere Theil des Po durch Erosion dermaassen vertieft, dass er wieder den gesenkten Meeresspiegel erreichte, wodurch eben die erwähnten Ufer-Terrassen entstanden seien.

Ueber diese interessante Theorie soll, soweit dies für die Beurtheilung der oberitalienischen Flüsse erforderlich erscheint, weiter unten kurz die Rede sein.

Herr Professor Kovatsch hat überdies noch die Geschiebemassen, welche vom Po und den oberitalienischen Flüssen alljährlich zur Ablagerung gelangen, aus den Wassermengen und dem relativen Schlammgehalte dieser Flüsse in derselben Weise gerechnet, wie dies bezüglich des Po von Lombardini geschehen ist.

Die Niederschlagsgebiete der für die adriatische Nordwestküste in Betracht kommenden Flüsse, sowie die mittleren jährlichen Regenhöhen und die daraus resultierenden jährlichen Niederschlagsmengen sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

Tabelle der jährlichen Niederschlagsmengen des Po und der venetianischen Flüsse.

Name des Flusses	Niederschlagsgebiet in μm^2	Mittlere Regenhöhe in *m*	Jährliche Niederschlagsmenge in Millionen m^3
Po	776·0	1·176	91319
Etsch	136·2	1·045	14232
Bacchiglione	31·0	1·312	4067
Brenta	29·0	1·700	4930
Die lagunaren Flüsse: Marzenego, Dese, Zero, Sile, Vallio, Meolo u. s. w.	9·6	1·109	1064
Piave	46.1	1·340	6177
Livenza	29·0	1·318	3822
Tagliamento	30·0	1·757	5258
Die Flüsse: Stella, Muzzanella, Zellina, Ausa, Corno u. s. w.	10·7	1·579	169
Isonzo	32·2	1·430	4606
Summa	1130 0		135644

[1] Dipl. Ing. Martin Kovatsch: „Die Versandung Venedigs und ihre Ursachen.“ — 1882.

[2] Schmick H. „Das Flut-Phänomen und sein Zusammenhang mit den seculären Schwankungen des Seespiegels.“ Leipzig 1874.

Die Gesammt-Niederschlagsmenge dieses 1130 μm^2 betragenden Gebietes beträgt daher 135.644 Millionen oder 135 Milliarden m^3 im Jahre.

Nachdem weiters in einem Cubikmeter des vom Po in seinem Mündungsgebiete abfliessenden Wassers 0·000787 m^3 Schlamm gefunden wurde und angenommen werden kann, dass sich dieses Schlammvolumen durchschnittlich auf $^1/_3$ Trockenrückstand reduciert, so gelangen in einem Cubikmeter Po-Wassers im Mündungsgebiete 0·000293 m^3 fester Bestandtheile zur Ablagerung. Hievon ausgehend, nimmt Herr Professor Kovatsch für den Po, die Etsch und den Bacchiglione 0·00029, für die Brenta 0·00058, für die lagunaren Küstenflüsse vom Marzenego bis zum Vallio 0·00033, für die Piave, Livenza, den Tagliamento und den Isonzo 0·0004, für die kleineren Flüsschen und zwar die Stella, Muzzanella, Zellina, Ausa u. s. w. 0·00033 m^3 festen, trockenen Sedimentes in jedem Cubikmeter des am Mündungsgebiete entleerten Wassers an.

Die trockene Sedimentmasse der Flüsse der norditalienischen Ebene ergibt sich demnach aus folgender Tabelle:

Tabelle über die Trocken-Sedimente der oberitalienischen Flüsse an der Mündung.

Name des Flusses	Jährliche Niederschlagsmenge in Millionen m^3	Abfluss-Coëfficient	Auf 1 m^3 Wasser entfällt an Trocken-Sediment	Jährliche Menge des Trocken-Sedimentes in m^3
Po	91319	0·59	0·00029	15624797
Etsch	14232	0·50	0·00029	2063770
Bacchiglione	4067	0·50	0·00029	825641
Brenta	4930	0·88	0·00058	1500000
Die lagunaren Flüsse: Marzenego, Dese, Zero, Sile, Vallio, Meolo u. s. w.	1064	0·80	0·00033	281090
Piave	6177	0·60	0·00040	1482576
Livenza	3822	0·60	0·00040	917328
Tagliamento	5258	0·60	0·00040	1261872
Die Flüsse: Stella, Muzzanella, Zellina, Ausa, Corno u. s. w.	169	0·70	0·00033	39028
Isonzo	4606	0·60	0·00040	1105490
			Summa	25101592

Die Flüsse der venetianischen Ebene lagern daher jedes Jahr rund 25 Millionen m^3 trockene Sedimentmasse ab. Davon entfallen 16 Millionen auf den Po allein und 9 Millionen m^3 auf die Küstenzuflüsse von der Etsch bis zum Isonzo. — Auf die Etsch allein entfallen bloss 2 Millionen, also der neunte Theil der Sedimentmassen des Po und der zwölfte Theil der gesammten Sedimentmassen.

Der Po allein häuft daher fast zweimal soviel Sedimente auf, als alle übrigen Flüsse zusammengenommen.

Lombardini berechnete nun aus allen Geschiebemassen, dass der weitere Fortschritt des Po-Delta keinesfalls so rapid stattfinden könne, wie dies in den letzten 230 Jahren seit der Concentrierung des Po geschehen ist, denn ein Schuttkegel, welcher sich etwa vom Hafen von Chioggia bis zum Hafen von Primaro erstrecken würde, hätte offenbar eine dreimal so breite Basis und eine neunmal so grosse Fläche, so dass zu seiner Ausbildung 1840 Jahre, also fast 2 Jahrtausende nöthig wären. Dann erst würde diese Mündungsvorschiebung für den oberen Lauf des Po empfindlich werden können. Diese Sorge erklärt Lombardini demgemäss als verfrüht.

Die Mündungsverlegung für die Etsch wird aber selbst dann nur verschwindend fühlbar sein können, daher in dieser Beziehung Besorgnisse offenbar noch mehr als verfrüht angesehen werden müssten und dies umsomehr, als die Etschmündung nur sehr langsam vorwärts schreitet.

14. Capitel.

Die Stabilisierung des Flussbettes des Po.

Schliesslich sei nur kurz erwähnt, dass sich der Ausgleich des Flussbettes des Po erwiesenermaassen in vortrefflicher Weise vollzogen hat, so dass thatsächlich die Geschiebe, die von oben herabkommen, durch die eigene Kraft des Flusses thalabwärts getrieben werden, ohne eine Erhöhung der Flusssohle zu veranlassen.

Würden die ungeheueren und oben nachgewiesenen Geschiebemassen, welche der Po führt, nur zum beträchtlichen Theile im Flussbette liegen bleiben, so hätte die ganze Po-Ebene längst keine Vorflut mehr, d. h., es könnte keines der Seitengewässer in den Hauptfluss mehr einmünden, was aber weder eingetreten, noch zu befürchten ist.

Lombardini hat diesbezüglich Berechnungen gepflogen, aus denen sich ergibt, dass die Geschiebemassen des Po, falls sie auf das weitere Flussbett des Po zwischen den Hauptdämmen, also auf die Vorländer vertheilt würden, eine jährliche Erhöhung dieser 653 km^2 betragenden Fläche um 0·0383 *m* verursachen würden. Die Erhöhung in historischer Zeit beträge sonach 9 *m*. In der Zeit zwischen 1600 und 1842 hätte schon ein einziges Jahrhundert hingereicht der Po-Ebene die Vorflut zu benehmen, was jedoch keineswegs eingetroffen ist.

Versuche, die Hebung des Po an einzelnen Stellen zu beweisen, sind stets gescheitert, weil sie sich zumeist nur auf die in neuerer Zeit höheren Wasserstände des Po stützten, was offenbar noch nicht genügen kann die Hebung der Sohle zu beweisen, vielmehr ist die Hebung der Hochwasserstände durch die immer vollkommenere Eindämmung und daher bessere Einschliessung der Hochfluten, sowie durch allgemeine kosmische Verhältnisse genügend erklärt.

Die Haltlosigkeit der Behauptungen Zendrini's, welcher aus früheren Wasserständen an der Schleusse von Polesella und dem Vergleiche mit der jetzigen Höhenlage dieser Schleusse die Hebung des Po-Bettes zu beweisen versuchte, hat Lombardini nachgewiesen. Ebenso oft fast wollte eine Eintiefung des Po-Bettes behauptet werden, ohne dass ein Beweis hiefür erbracht werden konnte.

Dementgegen ist die Stabilisierung des Po-Bettes, bezw. dessen unveränderte Lage seit vielen Jahrhunderten mit Ausnahme der untersten Strecke, wohl als feststehend zu betrachten.

15. Capitel.

Kurze Beschreibung des Flussregimes des Po.

Am Po wurden directe Wassermessungen ausgeführt, so dass man die Wassermengen desselben ziemlich genau kennt.

Nach 14-jährigen täglichen Beobachtungen in den Jahren 1827 bis 1840 beim Pegel von Ponte-Lagoscuro ergab sich die Wassermenge per Secunde bei niederstem Wasser mit 186, bei mittlerem mit 1720 und bei höchstem Hochwasser mit 5156 m^3.

Man hat für die Wassermengen eine Erfahrungsformel gefunden. Bezeichnet

q = die secundliche Wasserconsumtion in Cubikmeter,
m = einen constanten Coëfficienten,
L = die Breite des Flusses,
A = die mittlere Wassertiefe über dem Flussgrund,
p = das Gefälle, so ist

$q = m L A^{\frac{3}{2}} \sqrt{p}$, welche Formel für den Po die Form annimmt:

$$q = 767 A^{\frac{3}{2}} \sqrt{0·115 - 0·00069 A^2}.$$

Die Uebereinstimmung dieser Formel mit den wirklichen Beobachtungen ist eine sehr genaue, was auch eine Wasserprognose ermöglicht.

Die durchschnittlichen, sowie die maximalen und minimalen Wasserstände des Po sind aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen, der eine 12-jährige Beobachtung in den Jahren 1825 bis 1836 zugrunde liegt. Die Höhen beziehen sich auf den gewöhnlichen Niederwasserstand, welcher bei Casalmaggiore, für welchen Ort diese Tabelle gilt, mit dem Nullpunkte übereinstimmt. Der am längsten andauernde Wasserstand beträgt 0·75 bis 0·85 *m* über Null.

Tabelle der Wasserstände des Po im Laufe der 12 Monate.

Monat	Wasserstand über Null in Meter		
	Minimum	Maximum	Mittel
Jänner	—0·40	3·10	0·485
Februar	—0·40	3·40	0·627
März	—0·10	4·60	1·080
April	—0·50	4·20	1·034
Mai	—0·10	5·38	2·000
Juni	—0·20	4·90	1·950
Juli	—0·30	3·40	1·242
August	—0·00	3·80	0·929
September	—0·20	4·70	1·727
October	—0·10	4.80	1·905
November	—0·10	3·40	1·080
December	—0·30	3.90	0·623

Die Dauer der einzelnen Wasserstände ist aus nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Tabelle über die mittlere Dauer des Wasserstandes des Po.

Höhe des Wasserstandes über Null in Meter	0·50—0·00	0·00—0·50	0·50—1·00	1·00—1·50	1·50—2·00	2·00—2·50	2·50—3·00	3·00—3·50	3·50—4·00	4·00—4·50	4·50—5·00	5·00—5·38
Anzahl der Tage	21·1	65·3	85·5	67·6	48·3	36·8	17·3	12·4	3·7	3·8	1·6	0·3

Was die grössten Hochwasserstände anbelangt, so steigen diese vom Oberlaufe des Po gegen unten zu, da aber die Höhe des Hochwasserstandes an der Einmündung in das Meer gleich Null ist, das heisst das Hochwasser mit dem Nieder- und Mittelwasser in gleicher Höhe ist, wenn man von der geringen Schwankung des adriatischen Meeres absieht, so muss offenbar ein Punkt vorhanden sein, wo sich die Wasserstände gegen das Meer zu senken beginnen. Es ist dies das Aufsaugen der Mündung. Von diesem Punkte an ändert sich auch die bis dahin nach oben concave Curve der Flussohle und des Wasserspiegels und wird nach unten concav.

Dieser Wendepunkt ist in der Pegel bei Ostiglia.

Beispielsweise stieg das Hochwasser vom 20. October 1839, welches bei Casal-Monferato 4·80 *m* über Null betrug, bis Ostiglia auf 9·09 *m*, von wo es wieder dermaassen sank, dass es bei Cavanella di Po nur 5·72 *m* betrug und an der Einmündung in das Meer den Meeresspiegel erreichte, welcher für alle, ob nun hohen oder niederen Wasserstände des einmündenden Flusses einen Fixpunkt bildet, von welchem sich das Längenprofil nach oben aufbaut.

Durch die im Laufe der Jahrhunderte immer vollkommenere Eindämmung des Po, welche zu Beginn dieses Jahrhunderts durch grosse Arbeiten vollendet wurde, mussten sich selbstverständlich die Hochwässer im Flussbette heben. Das Maass dieser Hebung seit dem Jahre 1705 bis 1857 ist aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen:

Tabelle der höchsten Hochwasserstände des Po in der Zeit von 1705 bis 1857 bei Pont-Lagoscuro.

Datum des grössten Hochwasserstandes	Grösster Hochwasserstand über Null in Meter
8. November 1705	6·82
4. November 1719	6·84
9. November 1729	7·13
23. October . 1755	7·44
22. September 1771	7·63
18. Juni . . 1777	7·77
14. Juli . . 1799	7·81
13. November 1801	7·69
12. December 1807	7·94
10. Mai . . . 1810	8·15
15. October . 1812	8·17
13. Mai . . . 1827	8·16
20. October . 1839	8·31
6. November 1840	8·25
31. October . 1841	8·09
20. October . 1846	8·18
1. November 1855	8·19
1. October . 1857	8·58

Gefehlt wäre es, daraus eine Folgerung zu Ungunsten des Regulierungssystems zu ziehen, denn mit dieser Hebung, welche hier 1·74 *m* beträgt, hätte schon gewissermaassen bei der Anlage der Regulierung ohnehin gerechnet werden müssen, wenn es sich überhaupt darum gehandelt hätte, die Po-Eindämmung neu anzulegen.

Bei der historischen, langsamen Entwicklung der Eindämmung des Po in den verschiedensten Landestheilen, bezw. von einander unabhängigen Reichen, trat auch die Hebung der Hochwasserspiegel durch die Concentration selbstverständlich erst nach Maassgabe des Fortschreitens der Eindämmung nach und nach ein, daher sich auch das Bedürfnis der Erhöhung der Dämme nicht in einem gewissen Zeitpunkte, sondern erst nach und nach einstellen konnte.

So begann man die Dämme nach dem Hochwasser von 1801 um 0·24 *m* über dasselbe zu heben; da kam das höhere Hochwasser vom Jahre 1807 und man hob die Dämme 0 75 *m* über dasselbe und nach den Hochwässern der Jahre 1810 und 1812 noch um 0·80 *m* über die letzteren. Alles wurde aber überstiegen vom Hochwasser 1839, worauf eine allgemeine Hebung neuerlich vorgenommen wurde.

Diese Verhältnisse liegen in der Natur der Sache und darf daraus nicht der Schluss gezogen werden, dass die Hebung stetig ins Unendliche hinaufgehen werde. Ist vielmehr das Profil bereits befähigt das eingeschränkte grösste Hochwasser aufzunehmen, dann hört eben die wietere Dammhebung auf, da sie keinen Zweck hätte.

Dann könnte sich das Bedürfnis einer weiteren Hebung bei der erwiesenen Stabilität des Flussbettes nur infolge einer Verlängerung der Po-Mündung nöthig zeigen. Der Einfluss dieser Verlängerung ist aber wegen der Horizontalität des letzten Stückes der Flussohle und der stets zunehmenden Verflachung der Längenprofils-Curve nach Maassgabe des mit der Verlängerung des Flusses verbundenen grösseren Abriebes der Geschiebe ein so langsamer, dass er, wie Lombardini bewiesen hat und die grössten Hydrauliker Italiens erklären, für die nächsten künftigen Jahrtausende keinen Gegenstand der Beunruhigung zu bilden braucht.

Während dieser langen Epoche kann die Cultur den eroberten Boden zum Heile Italiens und der Menschheit zu weiterer höherer Blüte treiben und es wird die Kunst kommender Jahrtausende auch Mittel finden, selbst mit einem die Ebene überhöhenden, also schwebendem (pensile) Po-Bette ebenso fertig zu werden, wie dies heute schon mit dem Flussbette der Etsch, die nicht gar so viel weniger Wasser bei grösstem Stande führt als der Po, in beruhigender Weise der Fall ist.

Die hohe Cultur der Po-Ebene durch Entdämmung gleich aufzugeben aus Furcht, dass in Jahrtausenden die Erhaltungskosten der Dämme zu grosse sein würden, ist ein Gedanke, der in Italien, wo das Studium des Po eine eigene, emsig und mit allem Genie betriebene Wissenschaft bildet, von allen Landeskundigen, vom Gelehrten bis zum einfachsten Landmanne herab nur mit geringschätzigem Lächeln behandelt wird.

In der That sind die mit Unrecht verbreiteten irrigen Ansichten über die Verhältnisse am Po bereits vielfach in glänzender Weise widerlegt und auf die ungenügende Landeskenntnis der Verbreiter solcher Meinungen zurückgeführt worden, so dass das so glücklich gewählte dortige Regulierungssystem anderen ähnlichen Ländern gewiss nur als leuchtendes Vorbild dienen kann.

Hiemit soll dem Fortschritte des menschlichen Geistes noch keine Schranke auferlegt werden, doch wird dieser Fortschritt sich am Po gewiss nur an das bereits Bestehende anlehnen können, welches die vollen Kriterien eines gelungenen Werkes an sich trägt, ohne wesentlich verschiedene Bahnen zu betreten oder gar mit der Zerstörung des Bestehenden zu beginnen, ohne etwas Besseres an seine Stelle setzen zu können.

Dies wird auch nicht geschehen, denn glücklicherweise ist der gesunde Sinn der Massen, insbesondere der ackerbautreibenden Bevölkerung so gut entwickelt, dass er die Bahnen wohl erkennt, die zum Vortheile des Volkswohlstandes führen. Dieser gesunde Sinn ist es auch, der ein rein akademisches Erfinderthum im Wasserbau in den meisten Fällen nicht aufkommen lässt, denn nicht nur in der Architektur, sondern auch im Wasserbau lassen sich die Traditionen von Jahrtausenden deutlich erkennen, aus denen der Einzelne nicht herauszutreten vermag, ohne mit allen Verhältnissen seiner Umgebung in Widerspruch zu kommen.

16. Capitel.

Säculare Boden- und Meeresschwankungen an der Einmündung der venetianischen Flüsse.

A. In historischer Zeit.

Bei dem Plan des vorliegenden Werkes kann die Frage der säcularen Schwankungen des Bodens und des Meeres an der venetianischen Küste nicht übergangen werden, denn gerade die Einmündungshöhe des Flusses in das Meer ist der Fixpunkt, von welchem aus sich das Längenprofil des Wasserspiegels und der Flussohle parabolisch aufbauen muss, um das Gleichgewichtsprofil zu erreichen.

Wird dieser Punkt gesenkt oder gehoben, so wird der ganze Aufbau der Längenprofils-Curve des Flusses gestört und ein anderer werden müssen.

Ebenso ist es auch für die Prognosen der künftigen Entwicklung der Flussbette der Etsch, des Po und der anderen venetianischen Flüsse unerlässlich zu wissen, inwieferne man für die Zukunft auf eine Stabilität der Mündungshöhe rechnen könne.

Auch auf die Entwicklung des Fluss-Deltas ist eine eventuelle Hebung oder Senkung des Meeresspiegels von Einfluss.

Seit vielen Jahrhunderten wurde nun an der venetianischen Küste beobachtet, dass Bauten, welche ober dem Meeresspiegel angelegt wurden und ihrer praktischen Bestimmung nach nicht anders angelegt werden konnten und durften, im Laufe der Jahrhunderte unter das Meeres-Niveau geriethen.

Seit dem 16. Jahrhunderte gibt es hierüber zahlreiche Berichte.[1]

Am Schlusse des vorigen Jahrhundertes behauptete Zendrini mit grosser Entschiedenheit, dass das Meer ansteige.[2]

Luciani, Issel und Kovatsch haben in ihren diesbezüglichen Werken „Movimenti litorali della provincia di Venezia" (Bolletino soc. geogr. ital. 1881), „Le Oscillazioni lente del suolo" (Genua 1883) und „Die Versandung von Venedig und ihre Ursachen" (Leipzig 1882) hierauf bezügliche Thatsachen gesammelt.

Herr Professor Kovatsch bringt in seinem Werke eine Reihe interessanter Details, die es ganz ausser Frage stellen, dass sich der Boden gegenwärtig dem Meeresspiegel gegenüber tiefer befinde, als dies vor Jahrhunderten der Fall war.

Besonders wichtig sind die Anhaltspunkte bezüglich der Bodensenkungserscheinungen in Ravenna. Wird die mittlere Flut im adriatischen Meere mit 0·53 *m* über dem Pegel von Ravenna angenommen, so ergibt sich, dass der innere Fussboden des Mausoleums des Königs Theodorich 0·472 *m*, der antike Fussboden des Grabmales von Galla Placidia 0·099 *m* und der ebenfalls antike Fussboden von San Giovanni in Fonto oder Metropolitan-Baptisterium 0·414 *m* unter der Ebene der mittleren Flut sich befindet. Aus historischen Zeugnissen ist aber erwiesen, dass bei Gründung dieser Bauten mit grösster Sorgfalt vorgegangen wurde, daher unmöglich angenommen werden kann, dass derartige monumentale Gebäude, welche heutzutage in Ravenna 2 bis 3 *m* über der gewöhnlichen Flut angelegt werden, damals unter das Niveau des Meeres gelegt worden wären.

Auch an alten Bauten der Stadt Adria werden dieselben Beobachtungen gemacht, wie auch an der ganzen venetianischen Küste und der Stadt Venedig überhaupt.

So sind die Küsten von Aquileja und Grado, die mit Wäldern und Gärten besetzt waren, seit langer Zeit verschwunden; Sümpfe breiten sich jetzt an den Stellen aus, wo einst Equilio und Fina erstand, ferner wo Heraclea stand, die erste Hauptstadt der venetianischen Republik; ebenso wurde auch Malamocco, die zweite Hauptstadt der Dogen, in den Fluten begraben und wurden die Inseln Castrasia, Marcellina, Ammiana, Costanziaca und viele andere zerstört; Torcello, die älteste unter ihnen sinkt jetzt immer tiefer ins Wasser und selbst Venedig wird bis zu Höhenmarken überflutet, die in früherer Zeit nie erreicht wurden.[3]

Der Dominicaner Maestro Angelo im 16. Jahrhunderte war der erste, welcher auf Grund der Vergleiche mit alten Kirchenpflastern den Ausspruch that, dass sich das Meer in Venedig um einen Schuh in jedem Jahrhunderte hebe.

Gegen die Mitte des genannten Jahrhundertes wurde das Niveau des Marcusplatzes in Venedig unter dem Meeres-Niveau gefunden, daher es um einen Schuh gehoben werden musste. Mehreremal wurde das Pflaster dieses Platzes gehoben und doch stand es bei hohen Fluten immer wieder unter Wasser; bei einer derartigen Hebung wurde in einer Tiefe von 3 Schuh ein altes Pflaster aufgedeckt, welches schon $1^1/_2$ Fuss unter dem Meeresspiegel stand. Als im Jahre 1772 das Pflaster des Marcusplatzes neuerlich dermaassen gehoben wurde, dass es $1^1/_2$ bis 2 Fuss über den Meeresspiegel zu liegen kam, fand man 5 Fuss unter dem alten Pflaster ein noch älteres, welches schon $3^1/_2$ Fuss unter dem Niveau des Meeres stand.

[1] Suess: Das Antlitz der Erde. II. Band. Wien 1888.

[2] Zendrini: Esami di alcuni fatti geologici, giudicati da taluno conducenti a dimostrare l'invariabilità del Livello del mare. Memorie dell' Istituto Lomb. Veneto 1843.

[3] Bocchi Trattato.

Im Jahre 1745 wurde das alte Pflaster der Kirche San Vito e Modesto 8 Fuss unter dem gegenwärtigen gefunden.

Halbvergrabene Säulen, Thürstöcke, von denen nur der Sturz noch ober der Erde ist, sind zahllos in Venedig vorhanden, als Zeugnis, dass der Process seit uralter Zeit dauert und stetig fortschreitet.

Auch in Adria findet man, obwohl die meisten Häuser erst etwa 5 Jahrhunderte alt sind, viele Thüren bereits unter der Erde, ja selbst das ganze erste Stockwerk vergraben, so dass das zweite Stockwerk als erstes dient. Dies ist beispielsweise beim Hause des Nobile Carlo Conzi in der Via Dragonzo der Fall.[1]

Diese Anzeichen führten zuerst zu der Ansicht, dass sich der Meeresspiegel hebe.

Frizzi in den „Memorie per la storia di Ferrara" widmete der Frage ein ganzes Capitel und stützte sich hiebei auf die Autorität folgender Schriften:

Manfredi: „Relazione sopra l'alzarsi, che fa del continuo la superficie del mare."

Vandelli: „Dissertazione sulla rotonda di Ravenna."

Zendrini: „Relazione sulla diversione del Ronco e Montone."

Morgagni: „Epistolae Aemilianae."

Bianchi: „Specimen aestus maris."

P. Frisio: „Del modo di regolare i fiumi ecc."

Fortis: „Viaggio in Dalmazia."

Temanza: „Disertazione di S. Illario."

Alle diese Schriftsteller behaupteten die Hebung des Meeresspiegels; dementgegen sprach P. Frimond in seiner Schrift „Sulla fluidità dei corpo" schon die Ansicht aus, dass es sich hier nur um eine Setzung des Schwemmlandes der venetianischen Küste handle. Die grosse Menge der Schriftsteller erklärte die Hebung des Meeresspiegels durch die Anfüllung des Meeresbeckens mit Flussgeschieben und die dadurch vermeintlich bewirkte bedeutende Verdrängung des Wassers. Es ist jedoch im vorhinein klar, dass diese Erklärung vollkommen hinfällig ist, da sich ja sonst das ganze Meer heben müsste und bei der ungeheueren Wassermasse des Oceans, die ganzen Continente eine derartige Hebung nicht bewirken könnten.

Da überdies sich lediglich die Nordwestküste der Adria von Aquileja bis Cattolica, also nur die Küste des recenten Schwemmlandes senkt, während kaum, dass man dieses Schwemmland verlässt, bei Timavo, 12 *km* oberhalb Aquileja, und bei Pesaro, 15 *km* ausserhalb Cattolica, solche Senkungen nicht mehr vorkommen, im Gegentheile, dort das Meer seit ältesten, historischen Zeiten sein Niveau niemals geändert hat, so muss daraus gefolgert werden, dass es sich hier lediglich um das Zusammensitzen der lockeren Schwemm-Massen der venetianischen Niederung handelt, während der Meeresspiegel im grossen und ganzen unverändert bleibt.[2]

Suess stützt diese Ansicht durch seine hervorragende Autorität, und weist darauf hin, dass das Schwemmland der venetianischen Küste in hohem Maasse mit Wasser und brennbaren Gasen geschwängert ist; er drückt sein Erstaunen aus, dass der Rücken dieses Landes, besonders in Venedig, die grosse Belastung mit Gebäuden verhältnismässig ruhig getragen und dadurch gestattet hat, dass an dieser Stelle eine so glänzende Stätte menschlicher Cultur erblühet ist.

Die Anzeichen einer wirklichen, aber sehr geringen Hebung des Meeresspiegels, welche am Fusse des Dogen-Palastes sichtbar sein sollen, führt Suess darauf zurück, dass durch die Verbannung der geschiebeführenden Flüsse aus den Lagunen und die Bauten zur Verbesserung der Hafeneinfahrten, z. B.

[1] Bocchi Trattato.

[2] Bocchi.

bei Malamocco, nothwendigerweise eine Annäherung des Wasserspiegels der Lagune an jenen des adriatischen Meeres, und daher auch eine Hebung des Lagunenwasserspiegels erfolgen musste. Diese Erklärung ist eine so befriedigende, dass man mit derselben vollkommen einverstanden sein kann.

Die in den Kalkfels der dalmatinischen Küste streckenweise eingeschnittene Hohlkehle in der Höhe des Mittelwassers zeigt die Unveränderlichkeit der Küstenlinie in historischer Zeit.

Suess behandelt eine ganze Reihe von Fällen, in welchen überflutete Mauern und Mosaikböden, welche unter dem Meeres-Niveau liegen, als Beweise positiver Hebung angeführt worden sind und beweist, dass hiebei stets durch vulcanische Erscheinungen und Erdbewegungen überhaupt das Schwemmland am Ufer zusammengerüttelt und streckenweise gesenkt worden ist.

Auch aus der Höhenlage der drei Nehrungen, welche das Po-Delta durchqueren, kann geschlossen werden, dass in historischer Zeit eine merkliche Veränderung des Meeres-Niveaus nicht wohl stattgehabt haben dürfte, mindestens aber, dass für eine derartige Hebung bis heute kein Nachweis erbracht worden ist.

Auch Reyer[1] hat die Ansicht ausgesprochen und vielfach begründet, dass in Alluvialgebieten, welche noch kein stabiles Gleichgewicht erreicht haben, überhaupt häufig undulatorische Bewegungen von statten gehen und dass diese Massenbewegungen eine veränderte Wasservertheilung und reichen Facienwechsel verursachen. In der That findet man auch im venetianischen Tiefland häufige Beispiele des Wechsellagerns von marinen und Süsswasser-Sedimenten, so stösst man bei Adria schon mehrere Fuss unter dem Boden zuweilen auf Meeressand.

Nach Reyer's Ansicht hat man es hier mit einem anhaltenden Zusammensitzen der Alluvialmassen zu thun, welche im Laufe der Zeit auch gegen die Meerestiefe vorrücken. Der Process geht langsam vor sich, von Zeit zu Zeit kommen aber auch ausgiebigere, von Erdbeben begleitete Verschiebungen.

Eremitano schätzt, dass die Lido-Inseln im Gebiete von Venedig im allgemeinen in jedem Jahrhunderte um 0·30 *m* sinken. Donati nimmt in historischer Zeit eine Senkung von 2 *m* an.

Solche Senkungen müssen auch in prähistorischen Zeiten stattgefunden haben, da man bei einer 130 *m* tiefen Brunnenbohrung moderne Torflager zwischen Alluvialmassen in verschiedenen Horizonten eingebettet fand.

Es liegen aber ausserdem offenbar Niveau-Veränderungen vor, welche durch die fortschreitende Alluvion verursacht werden.

Dieser Process baut das Delta immer höher auf; von Zeit zu Zeit aber ereignen sich Verrutschungen, welche die aufgeschütteten Massen in die Tiefe rücken. Aufschütten und Versinken wirken hier zusammen.

Zum Schlusse sei noch eine interessante Betrachtung Reyer's wiedergegeben, welche alle Ergebnisse in dieser Richtung in wahrhaft grossartiger Weise zusammenfasst. Sie lautet folgendermaassen:

Manchen wird bei Betrachtung der vorgeführten Thatsachen ein Gefühl der Unsicherheit ergreifen. Das feste Land scheint nicht mehr verlässlich: Hier wird die Küste um einige Stunden vorgeschoben; die vordem blühenden Seestädte sinken zu unbedeutenden Landstädten herab.

An anderer Stelle sterben reichbevölkerte, blühende Küstenstriche infolge von eintretender Versumpfung aus — an Stelle der Städte tritt Wald und Morast.

Da und dort versinken auch Strecken des Strandes sammt den Gebäuden und Orten allmählich und Schiffe fahren darüber hin.

[1] Aenderungen der venetianischen und toscanischen Alluvialgebiete.

Die vordem ruhige Ebene wird vor unseren Augen unstät, wir sehen, wie sie wellig sich regt und vor und gegen die Tiefe wandert. Haus und Feld und volkreiche Städte wandern mit dem Landstrome sinkend weiter!

B. In vorhistorischer Zeit.

Als Zeichen einer Aenderung des Meeres-Niveaus an der venetianischen Küste werden von Herrn Professor Kovatsch die hohen Terrassen gedeutet, welche das Bett des Po im oberen nicht recenten, sondern diluvialen Theile begleiten und welche an der Oglio-Mündung noch etwa 20 *m* über dem Meere erhoben sind und dort ihr Ende erreichen, woraus gefolgert wird, dass der Meeresspiegel sich seit der Ablagerung dieser Terrassen um 20 *m* senkte, während der Fluss sich in diese oberen Ablagerungen einschnitt, um den neuen 20 *m* tiefen Meeresspiegel zu erreichen. Hiedurch hätten allerdings die genannten Uferterrassen entstehen können. Ob dies jedoch thatsächlich der Fall ist, kann wohl vorläufig mit Bestimmtheit nicht behauptet werden, so lange nicht erwiesen ist, dass diese Terrassen nicht auch durch andere Ursachen entstanden sein könnten. In einem Terrain, welches so sehr den Erdbeben ausgesetzt ist, wie die oberitalienische Ebene und in welchem das Schwemmland einen so undulierenden Charakter besitzt, dass beispielsweise in Venedig Zusammensitzungen bis zu 120 *m* nach der Lage der bei Brunnengrabungen vorgefundenen Torfmoore constatiert wurden und in welcher auch das Felsgerüste des Gebirges und der eingesunkenen Gebirgsscholle der Po-Ebene längs zahlreichen Bruchrändern und Verwerfungsspalten aller Wahrscheinlichkeit nach nicht bewegungslos ist, könnte die Höhendifferenz der oberen Terrassen und des jetzigen Meeresspiegels vielleicht noch anders erklärt werden, was den Geologen zu lösen überlassen bleiben muss. Trotzdem hat die Annahme der Senkung des Meeresspiegels seit der Diluvialzeit jedenfalls viel Verlockendes und einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich.

Diese Annahme gewinnt umsomehr Boden, wenn bedacht wird, dass an zahlreichen Punkten der Erde Terrassenbildungen, die nur mit einer Aenderung der Höhe des Meeresspiegels erklärt werden können, thatsächlich vorkommen. Hiezu kommen noch die unverkennbaren Spuren alter Küsten, die sich in Norwegen meilenlang parallel zum Meeresspiegel hoch über dem letzteren erheben, und die auch in Südamerika, am Nil und anderwärts Analogien finden.

Vergleicht man das offenbare Sinken des Meeresspiegels an der nördlichen Hemisphäre mit dem Umstande, dass sich fast alles Land der Erde grösstentheils auf dieser befindet, währenddem die südliche Hemisphäre unserer Erde gegenwärtig grossentheils unter Wasser ist, so drängt sich der Gedanke auf, dass gegenwärtig ein Anschwellen des Meeres am Südpol und ein Abfliessen desselben vom Nordpol gegen Süden stattfindet.

Schmick[1] hat diese bereits seit langer Zeit gemachte Beobachtung mit der Umsetzung der Meere in einer 21.000-jährigen Periode in Verbindung gebracht, welche nothwendig ist, damit die Tag- und Nacht-Gleichenpunkte die ganze Erdbahn durchlaufen. In dieser Periode kommt nach Schmick alle 10.500 Jahre abwechselnd der Nordpol oder der Südpol in die grösste Anziehung der Sonne, wodurch eine Anhäufung von Wassermassen und eine Ueberflutung des Landes auf der

[1] Schmick H. „Das Flutphänomen und sein Zusammenhang mit den säcularen Schwankungen des Seespiegels.“ Leipzig 1874.

Schmick H. „Neue Theorie periodisch-seculärer Schwankungen des Seespiegels und der Temperaturhöhe“, bestätigt durch geologische und geognostische Befunde. Leipzig 1878.

stärker angezogenen Hemisphäre, hingegen ein Sinken des Meeresspiegels und ein Aufsteigen des Landes an der entgegengesetzten Hemisphäre eintreten soll. Hiedurch wird auch das periodische Eintreten der Eiszeiten in anscheinend genügender Weise erklärt.

Nach dieser Theorie Schmick's soll diese säculare Flut am Aequator um das Jahr 4002 v. Chr. gestanden sein, was auch im Sinne dieser Theorie mit der damaligen Stellung der grossen Axe der Erdbahn im Weltraume vollkommen übereinstimmt, so dass sich diese Flut um das Jahr 4002 + 5250 = 9252 v. Chr. das letztemal über dem Nordpol befand, sonach vor 9252 + 1891 = 11.143 Jahren.

Bei dieser Stellung der säcularen Flut am Nordpole, welche vor 11.143 Jahren stattgefunden hat, wäre also der Meeresspiegel an der Po-Ebene ebenfalls höher, und zwar nach den erwähnten Terrassen zu schliessen um 20 *m* höher gestanden.

Herr Professor Kovatsch schätzt daher die mittlere jährliche Senkung des Meeres mit $\frac{20}{11133}$ = 0·0017 oder 1·7 *mm*.

Diese Senkung wird aber compliciert durch die infolge des Zusammensitzens des Schwemmlandes verursachte Bodensenkung, welche für das ganze Senkungsfeld durchschnittlich 2·35 *mm* beträgt, so dass die relative Aenderung der Höhenlage mit 2·35 — 1·7 = 0·65 *mm* und in 100 Jahren mit 6·5 *cm* sich ergeben würde.[1]

Die absolute Senkung des Meereswasserspiegels in dem geringen Ausmaasse von 1·7 *mm* jährlich oder 17 *cm* im Jahrhunderte, beträgt 170 *cm* per Jahrtausend, würde also in der historischen Zeit von rund 3000 Jahren 510 *cm* oder etwa 5 *m* betragen.

Trotz dieser Meeressenkung, welche die Schmick'sche Theorie annimmt, versinkt die venetianische Küste, indem die Senkung des Meeres diejenige des Bodens um 0·65 *mm* jährlich überwiegt. Dies würde im Jahrhunderte 6·5 *cm*, im Jahrtausende 65 *cm* und in der Zeit von 3000 Jahren 195 *cm* oder nahezu 2 *m* ausmachen.

Diese Resultate haben viel Wahrscheinlichkeit für sich, könnten aber mit Sicherheit erst dann angenommen werden, wenn der Beweis für die Senkung des Meeres und des Landes in historischer Zeit erbracht würde, was nach Ansicht eines Fachmannes der Geologie von der Autorität eines Suess gegenwärtig noch nicht der Fall sein soll.

Allerdings muss zugegeben werden, dass diese Beweisführung eine ausserordentlich schwierige ist und es erst den exacten Beobachtungen der Gegenwart vielleicht gelingen wird, in dieser Hinsicht sichere Anhaltspunkte zu gewinnen.

C. Schlussfolgerungen.

Ob nun diese Theorie, mit welcher in jüngster Zeit auch Herr Hofrath Ritter v. Wex,[2] welchem die Schmick'sche Theorie unbekannt geblieben ist, in selbständiger Weise hervortrat und die interessantesten und beachtenswertesten neuen Gründe für dieselbe ins Treffen führte, sich als vollkommen stichhältig erweisen möge oder nicht, so bleibt es für den praktischen Wasserbau in der venetianischen Ebene, namentlich für die Regulierungsstrecken des Po und der Etsch von höchstem Interesse zu erfahren, inwieweit die Resultate dieser Theorie die Annahmen der Wasserbau-Ingenieure unterstützen oder kreuzen könnten.

Sinkt der Meeresspiegel an der venetianischen Küste wirklich und bleibt die Höhe des Bodens fix, so würde die Folge davon sein, dass sich jene parabolische Curve des Längenprofiles der Flussohle, welche sich vom Meeresspiegel als einem Fixpunkte flussaufwärts ausbilden muss und welche den Gleichgewichtszustand des Flussbettes bedeutet, in Hinkunft vom gesenkten Meeresspiegel angefangen bilden müsste. Diese Curve würde der früheren sehr ähnlich, im ganzen aber etwas steiler werden müssen, da das Gesammtgefälle des Flusses durch die Senkung des Meeresspiegels offenbar vergrössert würde; sie müsste daher die frühere Längencurve je nach der Grösse der Meeressenkung in einer gewissen Entfernung schneiden und sich in sie verlaufen. Die Folge der Meeres-Niveausenkung an der Mündung müsste also eine Eintiefung des Flussbettes auf eine mehr oder minder grosse Strecke von der Mündung aufwärts mit Nothwendigkeit sein.

Eine solche Eintiefung des Flussbettes wäre selbstverständlich wegen der Verbesserung der Vorflut und der damit verbundenen Meliorierung der Grundstücke, sowie wegen der Senkung der Hochwässer und der Herabminderung der Damm-Erhaltungskosten nur freudig zu begrüssen und es fragt sich nur, wie gross diese Eintiefung möglicherweise sein wird.

Nach den früheren Berechnungen würde sie 17 *cm* im Jahrhundert und 170 Centimeter im Jahrtausend betragen, eine Grösse, die keineswegs unterschätzt werden darf, wenn man bedenkt, dass sich nach Lombardini beispielsweise das Bett des Po oberhalb Pontelagoscuro seit Jahrhunderten gar nicht gehoben und seinen Gleichgewichtszustand erreicht hat. Diese Eintiefung des Flussbettes müsste also diejenige Flussbetterhöhung, welche infolge der Mündungsvorschiebung der Flüsse eintritt, unter Umständen ganz oder theilweise paralysieren, ein Umstand der die Stabilität des Po-Bettes trotz der gewaltigen Vorschiebung seines Flussdeltas neben anderen Gründen vielleicht miterklärt.

Diese Senkung des Meeresspiegels würde im Sinne der Schmick'schen Theorie bis zu dem Zeitpunkte sich noch bemerkbar machen, in welchem die säculare Flut über dem Aequator stände, das ist bis zum Jahre 6500 n. Chr. und würde dann erst in eine Hebung umschlagen, welche 10.500 Jahre dauern würde.

Die Senkung des Meeres-Niveaus würde vom Jahre 1890 bis zum Jahre 6500 also noch durch rund 5 Jahrtausende dauern und daher 5 × 170 = 710 *cm* oder rund 7 *m* betragen. Wird von der Mündungsvorschiebung abgesehen, so müsste auch die Eintiefung des Flussbettes ebensoviel betragen, daher ein für die eingedämmten Flüsse Venetiens überraschend günstiges Resultat erzielt würde für die Dauer der nächsten 5 Jahrtausende.

In diesem Falle würde die Eintiefung des Flussbettes nahezu soviel betragen, als die Höhe der jetzigen Dämme, und es würde beispielsweise die jetzt als „fiume pensile", d. h. schwebend die Ebene durchfliessende Etsch in die letzte so tief eingebettet werden, dass nahezu die grössten Hochwässer noch im natürlichen Rinnsal ohne Zuhilfenahme der Dämme abfliessen könnten.

Dieser voraussichtliche Vortheil, welchen die Flussregulierung an den Mündungsstrecken aus der successiven Vertiefung des Meeres-Niveaus ziehen würde, wird aber paralysiert durch die voraussichtliche weitere Zusammensitzung des Schwemmlandes, welche bisher im Jahrhundert 23 *cm* beträgt. Da jedoch dieses Zusammensitzen offenbar umso kleiner werden muss, je mehr sich die angeschwemmten Massen consolidieren, so wird es wohl zulässig sein, das Maass des Zusammensitzens für das nächste Jahrtausend kleiner anzunehmen, als dasselbe bisher betrug. Wird dieses Maass statt 235 *cm* für das nächste

[1] Kovatsch.

[2] Periodische Meeresanschwellungen an den Polen und am Aequator, hiedurch veranlasste Ueberflutungen der Polar- und Aequatorialländer, dann Sintfluthen, Eiszeiten und Vergletscherung der Alpen. — Lösung obiger Probleme von Gustav Ritter v. Wex, Wien 1891.

Jahrtausend mit bloss 170 *cm* angenommen, so kommt man zu dem Resultate, dass unter Annahme einer Senkung des Meeres-Niveaus und des Zusammensitzens des Schwemmlandes von 170 *cm* in tausend Jahren wegen des vergrösserten Gesammt-Gefälles des Flusses und der sonst ungeänderten Verhältnisse eine, wenn auch geringe Eintiefung der Flussbette, also nur eine Verbesserung der gegenwärtigen Verhältnisse eintreten würde.

Allerdings tritt noch die Wirkung der Mündungsvorschiebung hinzu, deren Einfluss bereits besprochen wurde.

Es bleibt noch ein letzter Fall zu erörtern, nämlich derjenige, dass das Meeres-Niveau auf eine absehbare Zeit, etwa das nächste Jahrtausend, dennoch constant bliebe, während dem das Zusammensitzen des Schwemmlandes weiter stattfinden würde. In diesem Falle würde sich nach tausend Jahren der Boden der Ebene um 170 *cm* tiefer als heute befinden, währenddem die Wasserspiegel der eingedämmten Flüsse an der Mündung die heutige Höhe behalten müssten, da sie ja nur vom Meeres-Niveau abhängig sind.

Die Folge hievon wäre, dass das Meer einen Theil der Küste wieder zurückerobern würde und um dies zu verhindern, was selbstverständlich geschehen würde, eine 1·70 *m* hohe Abdammung gegen das Meer und eine künstliche Entwässerung eines schmalen Küstenstreifens mit Wasserhebemaschinen in derselben Weise eintreten müsste, wie dies heutzutage in Holland und vielen anderen Orten der Fall ist.

Da jedoch die Nordwestküste der Adria in historischer Zeit continuierlich von West nach Ost vorwärts schreitet, obwohl durch die Eindämmungen der Flüsse die Alluvion und Colmierung der Ebene sehr eingeschränkt ist, so dürfte das angenommene Maass des Zusammensitzens rücksichtlich der ganzen terra ferma zu gross sein und in Wirklichkeit sich die Verhältnisse weit günstiger gestalten.

In der That dürfte auch die Bodensenkung von 3 *mm* für das Gebiet von Venedig vielleicht nur auf dieses besonders labile Gebiet anwendbar und zur Bildung eines arithmetischen Mittels weniger geeignet sein, wodurch eine sofortige bedeutende Reduction des Ausmaasses der allgemeinen Bodensenkung an der Küste von selbst eintritt.

Hiemit dürften die Einflüsse säcularer Bewegungen des Meeres und der Nordwestküste der Adria auf die Mündungen der venetianischen Flüsse genügend gewürdigt und aus dem Resultate der Erörterung zu entnehmen sein, dass aus diesen Bewegungen begründete Befürchtungen für die Regulierung der venetianischen Flüsse auf absehbare Zeit hinaus nicht gefolgert werden können.

Es scheint vielmehr die Culturarbeit in diesem Gebiete aller Voraussicht nach auf kommende Jahrtausende genügend gesichert zu sein.

Auf Jahrtausende hinaus muss aber der Geist des Wasserbau-Ingenieurs voraneilen, denn eine Flussregulierung, welche sich schon nach Jahrhunderten als unzweckmässig erweisen sollte, wäre gewiss ein grosser Fehler.

Wie eine kleine Reihe von Decennien das Leben des Menschen bestimmt, so bilden bei unseren Strömen Jahrtausende den Stundenschlag ihres Daseins, bis sie einst abberufen werden in das ruhige Grab des Oceans, um wieder auftauchend ein neues Leben zu führen und schliesslich im wasserlosen Planeten endgiltig zu erlahmen.

II. THEIL.

Die Etsch in Tirol.

III. Abschnitt.

Beschreibung der Etsch in Tirol.

17. Capitel.

Allgemeine Beschreibung des Gebirgsbeckens der Etsch.

In drei mächtigen Gebirgszügen durchstreichen die Alpen das Land Tirol, wobei die mittlere, zumeist aus krystallinischem Gestein bestehende Kette der Central-Alpen im Norden und Süden von den beiden, zumeist aus kalkigen, sedimentären Gesteinen bestehenden Ketten der nördlichen und südlichen Kalkalpen von West nach Ost begleitet wird.

Zum Etsch-Gebiete gehört kein Theil der nördlichen Kalk-Alpen und nur ein kleiner, etwa den vierten Theil des Niederschlagsgebietes bildender Theil der krystallinischen Central-Alpen, während die Hauptfläche des Gebietes den südlichen Alpen angehört.

Um jedoch die Lage des Etsch-Gebietes im System der Alpenketten zu präcisieren, muss weiters auch die transversale Eintheilung derselben erörtert werden.

So klar die Trennung zwischen den krystallinischen Central-Alpen und den beiden Nebenketten der nördlichen und südlichen Kalkalpen Tirols schon durch die scharfen geognostischen Unterschiede und die tiefen Einkerbungen der Thäler gegeben ist, so besteht doch über die transversale Eintheilung der Alpen noch keine allgemein anerkannte Norm, insbesondere führen einige Geographen die Grenzlinie zwischen Ost- und Mittel-Alpen über den Brenner, andere durch die Rheinspalte und den Bernhardinpass, andere durch das Querthal von Nauders, während in neuester Zeit die vollständige Eliminierung des Begriffes der Mittel-Alpen und die Eintheilung der Alpen in Ost- und West-Alpen überhaupt beantragt wird, wobei die Rheinspalte vom Bodensee abwärts als Scheidungslinie zu gelten hätte.

In der vorliegenden Arbeit wird, ohne sich selbstverständlich auf die Berechtigung der einen oder der anderen Eintheilung einlassen zu können, die von Vincenz v. Haardt angenommene Eintheilung beibehalten, welche im Wesen auf der Auffassung Sonklars und der durch Dr. Fr. Ilwolf ausgearbeiteten Detaileintheilung der Alpen beruht.

Nach dieser haben wir im Etschgebiete im Westen die Mittel-Alpen, im Osten die Ost-Alpen im transversalen Sinne zu unterscheiden, wobei die Grenzlinie beider Transversalgebiete vom Innflusse bei Finstermünz und Nauders ausgehend, dem Querthale des Inn bei Nauders und sodann dem Laufe des Etsch-Flusses vom Vintschgau ab über Meran, Bozen, Trient, Roveredo, Ala bis zur Veroneser Klause, beziehungsweise bis zum Ausgange der Lessinischen Alpen in der oberitalienischen Tiefebene sich erstreckt.

Das Alpengebiet westlich dieser Scheidelinie gehört der mittleren und südlichen Zone der Mittel-Alpen, dasjenige ostwärts derselben der mittleren und südlichen Zone der Ost-Alpen an.

Es mag auf den ersten Blick als eine Unbequemlichkeit dieser Eintheilung erscheinen, dass in derselben die hydrographischen Wasserscheiden nicht berücksichtiget sind, so dass das rechte und linke Ufer desselben Flusses, beispielsweise der Etsch, in zwei verschiedene Alpengebiete zu liegen kommt, und viele Wasserscheiden die Grenzlinien der Alpen-Unterabtheilungen geradezu durchqueren. Bedenkt man jedoch, dass unter den gebirgsbildenden Factoren, welche die Faltung und Aufrichtung der Erdschichten verursacht haben, die Erosion durch die Wasserläufe nur eine secundäre Bedeutung hat, so muss es als berechtigt angesehen werden, wenn bei Eintheilung der Gebirge die Plastik der einzelnen Stöcke und Ketten, nicht aber die Rinnsale der Flüsse als hauptsächlich maassgebend angenommen worden sind.

Hiezu kommt noch, dass Flüsse mit dem Gebirge, welches sie durchziehen, nicht immer untrennbar verbunden sind, sondern oft einzelne Thäler ganz verlassen, um sich in andere zu ergiessen. Das Verhältnis des Rheines bei Sargans zum Bodensee einerseits und zum Walen- und Zürcher-See andererseits ist hiefür ein naheliegendes Beispiel und sind derartige Fälle sowohl in historischer als in vorhistorischer Zeit in grosser Zahl bekannt. Die Eintheilung der Alpen des Etsch-Gebietes ist aus Tafel 2, Figur 2, zu entnehmen.

A. Die Mittel-Alpen Tirols.

1. Centrale Kette der Mittel-Alpen.

Dieser gehört vom Etsch-Gebiete nur ein kleiner Theil der Rhätischen Alpen, und zwar der Umbrail-Gruppe, an. Derselbe ist begrenzt: im Norden durch die Wasserscheide zwischen dem Vintschgau ober dem Reschen-See und dem Querthale bei Nauders, sodann im Westen von der Wasserscheide zwischen dem Engadin und dem oberen Vintschgau bis zum Stilfser Joch, welches sich beim Uebergange aus dem Adda- in das Etsch-Thal bis zu einer Meereshöhe von 2797 *m*

erhebt, und über welches die sehenswürdige Kunststrasse führt, sodann im Süden durch das Trafoi-Thal und schliesslich im Osten von der oberen Etsch von Eyrs aufwärts bis zur Wasserscheide über den Reschen-See.

Das Hauptgewässer dieses in das Etsch-Gebiet gehörigen Theiles der Umbrail-Gruppe ist der Ramm-Bach, welcher, beim Buffalora-Pass entspringend, das Münster-Thal bildet, und bei Glurns in die Etsch einmündet.

2. Die südliche Zone der Mittel-Alpen.

Von der südlichen Zone der Mittelalpen gehören zum Etsch-Gebiete beinahe die ganzen Ortler-Alpen, die ganzen Nonsberger Alpen, der grösste Theil der Brenta-Gruppe, die Monte Baldo- und Orto d'Abramo-Gruppe, sowie schliesslich ein sehr kleiner Theil, nämlich die Nordostspitze der Adamello-Gruppe.

Die Brenta-Gruppe im Verein mit den Val di Lidro-Alpen und der Monte Baldo- und der Orto d'Abramo-Gruppe führen zusammen den Namen der Tridentinischen Alpen.

a) Die Ortler-Alpen

grenzen in Westen an das Adda-Thal von Tresenda aufwärts, im Norden an das Stilfser Joch, das Trafoier-Thal, das Etsch-Thal bis Ober-Lanna, im Osten und Südosten an das Ulten-Thal, das Kirchberg-Joch und Val di Rabbi, im Süden an das Val di Sole, den Tonale-Pass und an das oberste Val Camonica bis Edolo, das Val Corten und den Sattel von Aprica bis Tresenda im Adda-Thal.

Von diesem Gesammtgebiete der Ortler-Alpen gehört die südwestliche Spitze nicht mehr zum Etsch-Flussgebiete, sondern zum Gebiete der Adda. Die Wasserscheide zwischen den beiden genannten Flüssen geht vom Stilfser Joch über die Ortler-Spitze (3905 *m*) und den Monte Tresero (3464 *m*) zum Tonale-Pass (1875 *m*), über welcher die Strasse aus dem Sulzberger Thale (Val di Sole) in das Oglio-Thal (Val Camonica) führt, die nur vom Juli bis September schneefrei ist.

Die Ortler-Alpen, welche in ihrem Culminationspunkt den höchsten Berggipfel der ganzen deutschen und österreichischen Alpen, und sonach auch der ganzen österreichisch-ungarischen Monarchie enthalten, bilden einen mächtigen, weit in die Schneeregion ragenden Hochgebirgsstock, von welchem sich mehrere kurze Glieder radienförmig gegen die einzelnen Hochthäler abzweigen. Sie bestehen aus Glimmerschiefer, Gneis und Steinkohlen-Formation; die höchsten Gipfel aus Keuper.

Die Hauptthäler dieser Gruppe im Etsch-Gebiete sind das Sulden-, Trafoi-, Martell- und Ulten-Thal nach Norden gegen das Etsch-Thal, sowie das Rabbi-Thal und Val del Mare nach Süden gegen das Thal des Noce-Flusses.

Die gewaltigen Höhen dieser Gruppe besitzen eine grossartige Eisbedeckung, welche auf die Wasserstandsverhältnisse der Etsch, namentlich in den Sommermonaten zur Zeit der Schneeschmelze, von grossem Einflusse ist.

b) Die Nonsberger Alpen.

Sie gehören ganz zum Etsch-Gebiete und sind im Nordwesten vom Ulten-Thal, im Osten vom Etsch-Flusse von Ober-Lanna bei Meran bis zur Einmündung der Noce in den Etsch-Fluss bei Mezzo-Tedesco, im Südosten von dem Val di Sole und endlich im Westen von dem Val Rabbi bis zum Kirchberg-Joch begrenzt.

Sie gehören der Hochregion an und culminieren in der 2651 *m* hohen Ilmen-Spitze.

Von hervorragendem Interesse ist die durch das technische k. k. Statthalterei-Departement in Innsbruck erbaute Mendel-Strasse, welche über den 1354 *m* hohen Mendelpass aus dem Nonsberger Thal über Fondo nach dem Etsch-Thal bei Bozen führt und zu den schwierigsten Strassenbau-Objecten gehört.

c) Die Adamello-Gruppe.

Von dieser Gruppe gehört nur ein kleiner Theil zum Etsch-Gebiete, indem der grösste Theil zum Gebiete des Sarca- und Oglio-Flusses zugehört. Dieser nordöstliche Theil ist im Norden vom Tonale-Pass, dem Noce-Fluss bis Dimaro, sodann im Osten vom Val Selva bis zum Sattel Madonna di Campiglio, im Westen und Süden aber von der Wasserscheide zwischen der Etsch einerseits und dem Oglio- und Sarca-Flusse anderseits begrenzt. Letztere zieht sich vom Tonale-Pass nach Süden gegen die Presanella, welche in der Höhe von 3561 *m* den Culminationspunkt der Adamello-Gruppe erreicht und von da zum Sattel von Madonna di Campiglio.

Der mächtige Bergstock der Presanella, von dessen nördlichen Gehängen sich die Wässer zum Noce und mittelbar in die Etsch ergiessen, bildet mit seinen Gletschern einen integrierenden Theil der ganzen Adamello-Gruppe, welche eine durch ihre Höhen (Adamello 3547 *m*) und durch ihre Gletscherbildungen ausgezeichnete, wichtige Hochgebirgsmasse darstellt. Sie besteht grossentheils aus Glimmerschiefer, die höchsten Spitzen sind Tonalit.

d) Die Brenta-Gruppe.

Sie ist nördlich vom Val di Sole, östlich vom Val di Non und dem Etsch-Thale bis Trient, südlich durch die von Trient nach Tione führende Strasse, westlich durch das Val Rendena, den Sattel von Madonna di Campiglio und das Selva-Thal bis Dimaro begrenzt.

Von diesem Gebiete gehört jedoch die südwestliche Ecke zum Gebiet des Sarca-Flusses, während die Wasserscheide vom Sattel von Madonna di Campiglio über die Bocca di Brenta (3179 *m*) zum Monte Gaza führt.

Die Brenta-Gruppe ist eine durch thurm- und nadelförmige Bildungen charakterisierte Dolomit-Kette von seltenster Naturschönheit.

e) Die Monte Baldo- und Orto d'Abramo-Gruppe.

Sie ist im Norden durch die von Trient in das Sarca-Thal führende Strasse, im Westen von der Sarca und dem Garda-See, im Osten von der Etsch abwärts von Trient bis zur Veroneser Klause und schliesslich im Süden von der italienischen Tiefebene begrenzt.

Hievon gehört der westliche Streifen zum Gebiete der Sarca, der Rest zu demjenigen des Etschflusses. Die Wasserscheide verläuft längs des deutlich ausgesprochenen Kammes vom Monte Bondone bei Trient bis über den Monte Baldo zum Garda-See.

Diese Gruppe reicht nur in ihren nördlichen Theilen in die Hochgebirgs-Region, wobei der Monte Baldo eine Höhe von 2198 *m*, der Orto d'Abramo eine solche von 2176 *m* erreicht, während sie im Süden nach und nach zum Mittel- und Niedergebirge hinabsinkt.

B. Die Ost-Alpen des Etsch-Gebietes.

1. Die centrale Zone der Ost-Alpen.

In dieser sind die Oetzthaler, Stubayer, Sarnthaler, Zillerthaler, Antholzer, Defferegger Alpen und die Hohen Tauern zu unterscheiden, welche, mit Ausnahme der Sarnthaler Alpen, nur mit Theilen ihres Gebietes dem Etschflusse angehören, während die Nordabhänge der genannten Gebirge ihre Wässer dem Inn zusenden. Diese Zone der Central-Alpen ist zumeist aus krystallinischen Gebirgen aufgebaut.

a) Die Oetzthaler Alpen.

Sie reichen in Norden an das Oberinnthal von Finstermünz bis Innsbruck, im Osten an das Wipp-Thal, das ist das Thal der Sill bis zum Brenner und das Eisack-Thal vom Brenner bis Bozen, im Süden an das Etsch-Thal, im Westen an das obere Etsch-Thal von Glurns aufwärts bis über den Reschen-See und an das Querthal von Naufers bis Finstermünz. Man unterscheidet die eigentlichen Oetzthaler Alpen von den Stubayer und Sarnthaler Alpen.

α) Die eigentlichen Oetzthaler Alpen.

Diese Gruppe ist im Osten durch die Oetzthaler Ache vom Inn-Fluss an bis zum Timbl-Joch (2480 *m*) und die Passer von letzterem bis zu ihrer Mündung in die Etsch bei Meran begrenzt. Von da zieht sich die Grenze längs der Etsch bis zum Reschenscheideck (1491 *m*) und das Querthal von Naufers bis Finstermünz und längs des Inns bis zur Oetzthaler Ache.

In dieser gewaltigen Hochgebirgsmasse erreichen selbst die grösseren Querthäler mit ihren Sohlen die Höhe von über 2000 *m* über Meer, so dass diese Gruppe, was die allgemeine Bodenerhebung anbelangt, als die höchste Abtheilung der ganzen Alpen erscheint. Man zählt über 300 Gletscher, während der Culminationspunkt in der 3770 *m* hohen Wildspitze erreicht wird. Ausserdem erheben sich zu bedeutenden Höhen die Weisskugel (3741 *m*), Similaun (3599 *m*), die Hochwildspitze (3477 *m*) und der Schalfkogel (3535 *m*).

Von dieser Gruppe gehört nur der südliche an Fläche kleinere, aber steilere Abhang zum Etsch-Flussgebiete.

Die Wasserscheide zwischen dem Gebiete der Etsch und des Inns durchquert die eigentlichen Oetzthaler Alpen vom Reschenscheideck im Westen über die Weisskugel, den Schalfkogel bis zum Timbl-Joch im Osten.

β) Die Stubayer Alpen.

Sie reichen im Norden an das Oberinnthal von der Mündung des Oetz-Thales bis Innsbruck, im Osten an das Thal der Sill bis zum Brenner und das Eisack-Thal herab bis Sterzing, im Süden an den Uebergang des Jaufen-Passes bis St. Leonhard im Passeier-Thal, im Westen an das oberste Passeier-Thal, das Timbl-Joch und das Oetz-Thal.

In ihrem centralen Theile ausgedehnte Vergletscherungen aufweisend, schieben die Stubayer Alpen ihre bis in die Hochgebirgsregionen reichenden Nebenkämme hart bis an die umgrenzenden Thäler heran.

Den Culminationspunkt erreichen die Stubayer Alpen in dem 3500 *m* hohen Wildpfaff (Zuckerhut). Ausserdem sind bemerkenswerth die Sonklar-Spitze (3479 *m*), der Wilde Freiger (3428 *m*) und der Schraukogel (3498 *m*).

Die grössten Thaleinschnitte sind das Sellrain-, das Stubay-, das Gschnitz-, das Obernberg-, das Pflersch- und Ridnaun-Thal nach Osten und das Sulz-Thal nach Westen.

Von den Stubayer Alpen gehört nur das südliche Eck zum Etsch-Gebiete. Die Wasserscheide zwischen Etsch und Inn, gleichzeitig schon die Wasserscheide zwischen dem schwarzen und dem adriatischen Meere, durchquert diese Gruppe vom Timbl-Joch im Westen über die Sonklar-Spitze zum Brenner-Pass im Osten.

Von den Thälern der Stubayer Alpen gehören zum Etsch-Gebiete hauptsächlich nur das Pflersch-Thal und Ridnauner-Thal bei Sterzing und ein kleiner Theil des linken Ufers der oberen Passer.

γ) Die Sarnthaler Alpen.

Die Umgrenzung der Sarnthaler Alpen zieht sich von Sterzing längs der Eisack bis Bozen, von da längs der Etsch bis Meran, längs der unteren Passer bis St. Leonhard und dem Jaufen-Pass und von da zurück nach Sterzing.

Sie bestehen aus zwei das Sarnthal, d. i. das Thal des Talfer-Baches, einschliessenden Hauptkämmen, die allenthalben in die Hochregion aufragen, die Schneegrenze aber selbst in ihren höchsten Punkten nicht erreichen.

Die grösste Höhe erreichen sie im Hirzer 2781 *m*. Weiters sind bemerkenswert das Weisshorn (2703 *m*), Schrotthorn (2589 *m*) und der Iffinger (2551 *m*).

Die Sarnthaler Alpen, welche im grossen und ganzen hauptsächlich zwischen der Etsch und dem Eisack an der Einmündung des letzteren in die erstere liegen, gewinnen durch die Talfer und deren Wichtigkeit für die Stadt und Umgebung von Bozen erhöhte Bedeutung.

b) Die Zillerthaler Alpen.

Sie reichen im Norden an das Inn-Thal von Innsbruck bis zur Mündung des Ziller-Thales, im Osten an das Ziller-Thal, Gerlos-Thal, den Gerlos-Pass, das oberste Salzach-Thal, das Krimml-Thal, die Birnlücke, das Ahren-Thal, im Süden an die Rienz und Eisack, im Westen an die Eisack, den Brenner-Pass und das Wipp-Thal. Durch das bei Sterzing beinahe in gerader Richtung einfallende Pfitscher-Thal, das im Pfitscher-Joch (2231 *m*) seine grösste Höhe erreicht, wird diese Gruppe in die östlich gelegenen, eigentlichen Zillerthaler und die im Nordwesten gelegenen Tuxer Alpen getheilt.

α) Die eigentlichen Zillerthaler Alpen.

Sie grenzen im Norden an das Gerlos-Thal, den Gerlos-Pass und das oberste Salza-Thal, im Osten an die Krimmler Ache, die Birnlücke und das Ahren-Thal, im Süden an das Rienz-Thal, dann an das Eisack-Thal bis Sterzing, im Westen an das Pfitscher-Thal, Pfitscher-Joch, Zamser-Thal und Zemm-Thal bis Zell im Ziller-Thal.

Die eigentlichen Zillerthaler Alpen sind eine stark vergletscherte Hochgebirgsmasse mit steilen Formen, welche ihre grösste Höhe im Hochfellner (3506 *m*) erreicht. Ausserdem sind bemerkenswert der Mösele (3480 *m*), die Löffel-Spitze (3294 *m*), die wilde Gerlos-Spitze (3194 *m*), die Ahorn-Spitze (2965 *m*), der Gross-Ingent (2915 *m*) und die wilde Kreuz-Spitze (3130 *m*).

Die grössten Thäler sind: in nördlicher Richtung das Ziller-Thal mit seinen Gründen (Gerlos-, Ziller-, Stillupp-, Zemmgrund, Tux), der Weerberg, das Wattens-, das Volder-Thal, im Westen das Schmirner-Thal und das Pfitscher-Thal, im Süden das Valser-, das Pfunders- und das Mühlwalder-Thal, wobei bemerkt wird, dass diese Thäler sich in den Zillerthaler Alpen im weiteren Sinne befinden.

Von den eigentlichen Zillerthaler Alpen gehört der ganze südliche Theil zum Gebiete des Etsch-Flusses.

Die Wasserscheide zwischen Etsch und Inn, und daher auch zwischen dem adriatischen und dem schwarzen Meere, durchquert das Gebiet nahezu von West nach Ost vom Pfitscher-Joch (2231 *m*) über den Hochfellner, die Löffel-Spitze (3382 *m*) zur Birnlücke (3489 *m*).

β) Die Tuxer Alpen.

Sie sind nördlich durch den Inn von Innsbruck bis zur Mündung des Ziller-Thales, östlich vom Ziller-Thal bis Zell, südlich vom Zemm-Thal, Zamser-Thal, dem Pfitscher-Joch und Pfitscher-Thal, westlich vom obersten Eisack-Thal, dem Brenner-Pass und dem Wipp-Thal begrenzt.

In ihren südlichen Theilen sind sie stark vergletschert und ragen selbst mit ihren in das Inn-Thal reichenden Aesten in die Hochgebirgsregion.

Ihre grösste Höhe erreichen sie im Olperer (3489 *m*); ausserdem sind bemerkenswert der Riffler (3239 *m*) und die Hohewand-Spitze (3287 *m*).

Von den Tuxer Alpen gehört nur ein sehr kleiner südlicher Theil, d. i. das rechte Ufer des unteren Pfitscher-Thales dem Etsch-Gebiete an. Die Wasserscheide zwischen dem Inn- und dem Etsch-Gebiete zieht sich in nahezu westöstlicher Richtung vom Brenner-Pass zum Pfitscher-Joch.

c) Die Hohen Tauern.

Sie reichen im Norden an das Salzach-Thal bis St. Johann (Ober- und Unter-Pinzgau), im Osten an das Arl-Thal, die Arl-Scharte, das Malta-Thal und Liser-Thal, im Süden an das Drau-Thal, Toblacher Feld und Rienz-Thal, im Westen an das Ahren-Thal, die Birnlücke und das Krimmler-Thal.

Man unterscheidet die eigentlichen Hohen Tauern, die Antholzer Alpen, die Defferegger Alpen, die Schober-Gruppe, und die Kreuzeck-Gruppe.

Von diesen ausgedehnten und mächtigen Bergketten gehören zum Etsch-Gebiete lediglich der grösste Theil der Antholzer Alpen und ein kleiner Theil des westlichen Defferegger-Gebirges, daher nur diese einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

α) Die Antholzer Alpen.

Sie sind vom Ahren-Thal, Rein- und Knutten-Thal, dem Klamml-Joch, dem obersten Defferegger-Thal, der Staller-Alpe, dem Staller-Alp-Sattel, dem Antholzer-Thal und der Rienz eingeschlossen. Es ist dies eine kleine, jedoch durch ihre bedeutende, die Schneeregion erreichende Höhe und durch ihre Vergletscherungen ausgezeichnete Gruppe, welche im Hochgall (3442 *m*) ihre grösste Höhe erreicht.

Die Antholzer Alpen gehören fast vollständig zum Etsch-Gebiet, nur das nordöstliche Eck des Gebietes gehört zum Defferegger-Thal und hiemit zum Niederschlagsgebiet der Drau. Die Wasserscheide zwischen der Etsch und der Drau, gleichzeitig auch Wasserscheide zwischen dem adriatischen und dem schwarzen Meere, durchzieht das Antholzer Alpengebiet nahezu von Nordwest nach Südost vom Glockhaus über den Hochgall zum Staller-Alp-Sattel.

β) Das Defferegger Gebirge.

Es grenzt an das Defferegger-Thal, das Isel-Thal bis Lienz, an das Drau-Thal, das Toblacher Feld, das obere Rienz-Thal von Toblach bis zur Mündung des Antholzer Thales, an dieses letztere, an den Staller-Alp-Sattel und die Staller-Alpe.

Es ist ein mächtiges nahe in die Schneeregion reichendes Hochgebirge, welches gegen die umliegenden Thäler meist mit steilen und schroffen Hängen abfällt und seine Culmination in der Weiss-Spitz (2960 *m*) erreicht.

Bemerkenswert sind ausserdem das Gross-Deggenhorn (2943 *m*), das Arnhorn (2753 *m*) und die Rothwand-Spitze (2814 *m*).

Von den Defferegger Alpen gehört nur ein kleiner im Westen gelegener Theil zum Niederschlagsgebiete des Etsch-Flusses.

Die Wasserscheide zwischen der Etsch und der Drau zieht sich in nordsüdlicher Richtung vom Staller-Alp-Sattel (2054 *m*) über das Hochhorn (2619 *m*) bis westlich von der Drau-Quelle zwischen Toblach und Innichen im Puster-Thal.

2. Die südliche Zone der Ost-Alpen.

Von diesen kommen für das Etsch-Gebiet nur in Betracht die Lessinischen Alpen und die Südtiroler Dolomit-Alpen.

a) Die Lessinischen Alpen.

Sie grenzen im Westen an die Etsch bei Trient, im Norden an das Valsugana, im Osten an die Brenta und verflachen sich zwischen der Etsch und Brenta in die italienische Tiefebene.

Sie reichen mit ihren höheren Theilen in die Alpenregion und fallen mit langgestreckten Bergzügen allmählich zum Mittel- und Niedergebirge herab. Ihre Culmination erreichen sie in der Cima Dodici (2331 *m*), im Pasubio (2332 *m*) und in der Cima Posta (2189 *m*).

Von den Lessinischen Alpen gehört zum Etsch-Gebiete beiläufig die westliche Hälfte.

Die Wasserscheide zwischen dem Etsch-Gebiete einerseits und dem südtirolisch-venetianischem Torrenten-Gebiete, insbesondere den Gebieten der in das adriatische Meer direct einmündenden Flüsse Brenta und Bacchiglione durchzieht die Lessinischen Alpen von Nord nach Süd vom linken Ufer des Fersina bei Trient längs dem Kamm zwischen der Etsch und dem Caldonazzo-See zum Monte Scanuppio (2150 *m*) und bildet bis Folgaria die Wasserscheide zwischen der Etsch und der Brenta. Von da zieht sich die Wasserscheide zwischen der Etsch und dem Bacchiglione in nordsüdlicher Richtung über den Monte Pasubio, den Passo Buse scure oberhalb Recoaro, sodann über das Gebiet der 13 Comuni, dem Kamm eines der geologisch so interessanten fächerförmig vertheilten, Bergzüge bis in die Gegend von Arzignano, wo die Alpen bereits die italienische Tiefebene erreichen, beziehungsweise unter dieselbe untertauchen.

Von hier zieht sich die Wasserscheide zwischen dem Bacchiglione und der Etsch in nordsüdlicher Richtung bis Legnano, wo sie ihre Richtung in eine westöstliche verwandelt und in nächster Nähe der Etsch, zwischen letzterer und dem Canal Gorzone das adriatische Meer bei Chioggia erreicht.

Ganz analog zieht sich am rechten Etsch-Ufer die Wasserscheide zwischen dem Etsch- und dem Po-Gebiete von den südlichen Ausläufern des Monte Baldo am Garda-See knapp südlich unter Verona und sodann in grosser Nähe der Etsch südlich von Legnano und Rovigo bis oberhalb der Po-Mündungen im adriatischen Meere.

Von den Thälern der Lessinischen Alpen in Südtirol sind für die Etsch-Regulierung insbesondere das Thal des Fersina oberhalb Trient, das Val Folgaria bei Calliano und das Thal des Leno oberhalb Roveredo, welches sich in die beiden Thäler Vallarsa und Val Terragnolo gabelt, von grösster Bedeutung.

b) Die südtirolischen Dolomit-Alpen.

Sie grenzen westlich an die Etsch zwischen Bozen und Trient, an den Eisack bei Brixen und an die Rienz, im Norden an die Rienz (Puster-Thal) und das Toblacher Feld, im Osten an den Sexten-Bach, den Kreuzberg-Sattel (Monte Croce) und an das Piave-Thal, im Süden zwischen der Brenta und Piave an die italienische Tiefebene.

Der grösste Theil besteht aus Dolomiten und zeichnet sich durch kühne Gipfelbildungen, durch Vielfältigkeit der Formen und durch tiefe Thaleinschnitte aus, welch letztere das Gebirge in eine Anzahl von vereinzelten und nahezu in sich abgeschlossenen Bergstöcken theilen.

Die grösste Höhe erreichen die südtiroler Dolomit-Alpen in der Marmolata (3494 *m*).

Ausserdem sind bemerkenswert: Serapis (3291 *m*), Tofana (3263 *m*), Monte Cristallo (3231 *m*), Monte Antelao (3253 *m*), Schuster-Spitz (3160 *m*), Monte Pelmo (3162 *m*), Cimon della Palla (3220 *m*), Cima d'Asta (2844 *m*), Cima di Boe (3151 *m*), Schlern (2561 *m*), Peitlerkofel (2874 *m*) und die Cima di Lagorei (2613 *m*).

Als Unterabtheilungen der südtiroler Dolomit-Alpen gelten: die Fassaner Alpen, in die sich das Fassa-Thal einbettet, bis zur Seisser-Alpe im Nordwesten und der Vedretta Marmolata im Nordosten; die Gruppe des Peitlerkofels im Norden des Fassa-Thales, im Westen des Enneberger Thales; die Gruppe des Seekofels, zwischen dem Höhlensteiner Thal im Osten, dem Peutelsteiner und Pfannes-Thal im Süden, dem Enneberger-Thal im Westen und dem Puster-Thal im Norden.

Die Hauptthäler in dieser Alpengruppe sind: das Avisio-Thal, das Val Primiero, das Cordevole- und Ampezzaner-Thal in südlicher Richtung, das Eggen-, Grödener-, Lüsenthal in westlicher, das Enneberger Thal in nördlicher Richtung.

Von den südtirolischen Dolomit-Alpen gehört nur die kleinere westliche Hälfte zum Gebiete des Etsch-Flusses. Die andere östliche Hälfte gehört in hydrographischer Beziehung zum südtirolischen und venetianischen Torrenten-Gebiet, und zwar speciell im Norden zum Gebiete der Piave, im Süden zum Gebiete der Brenta, von denen die erstere nördlich von Venedig bei Punto di Cartelazzo, die zweite bei Chioggia in das adriatische Meer einmündet.

Die Wasserscheide zwischen den südtirolischen Dolomit-Alpen und dem südtirolischen und venetianischen Torrenten-Gebiete beginnt im Norden zwischen Innichen und Toblach und zieht sich wellenförmig von Nordost nach Südwest über die Schuster-Spitze (3160 *m*), die drei Zinnen, den Seekofel (2819 *m*), den Fanes-Berg (2988 *m*), die Sella-Spitze (2130 *m*), den Cimon della Palla (3220 *m*), die Cima di Vallon (2692 *m*), die Cima di Lagorai (3619 *m*) und die Kreuz-Spitz (2497 *m*) und endigt an der Fersina westlich von Pergine.

18. Capitel.

Die Niederschlagsgrenzen des Etsch-Gebietes.

Die in den einzelnen Alpengruppen ausgemittelten Wasserscheiden zusammenfassend, ergibt sich daher die Wasserscheide der Etsch vom Reschenscheideck beginnend folgendermaassen:

1. In den Oetzthaler und Stubayer Alpen:

Vom Reschenscheideck im Westen über die Weisskugel, den Schalfkogel zum Timbl-Joch und über die Sonklar-Spitze zum Brenner-Pass.

2. In den Tuxer Alpen:

Vom Brenner-Pass zum Pfitscher-Joch.

3. In den eigentlichen Zillerthaler-Alpen:

Vom Pfitscher-Joch (2231 *m*) über den Hochfeiler, die Löffelspitze (3382 *m*) zur Birnlücke (3489 *m*).

4. In den Antholzer Alpen:

Vom Glockhaus über den Hochgall zum Staller-Alpsattel.

5. In den Defferegger Alpen:

Vom Staller-Alpsattel (2054 *m*) über das Hochhorn (2619 *m*) bis westlich von der Drauquelle zwischen Toblach und Innichen.

6. In den südtirolischen Dolomit-Alpen:

Von da über die Schuster-Spitze (3160 *m*), die drei Zinnen, den Seekofel (2819 *m*), den Franesberg (2988 *m*), die Sella-Spitze (2130 *m*), den Cimon della Palla (3220 *m*), die Cima di Vallon (2692 *m*), die Cima di Lagorai (3619 *m*), die Kreuz-Spitz (2497 *m*) bis westlich von Pergine.

7. In den lessinischen Alpen:

Von da längs des Kammes zwischen der Etsch und dem Caldonazzo-See zum Monte Scanuppio (2150 *m*), den Monte Pasubio, den Passo Buso scure oberhalb Recoaro und zur Reichsgrenze zwischen Oesterreich-Ungarn und Italien.

Von der Reichsgrenze zieht sich die Wasserscheide im Gebiete der Lessinischen Alpen über das Gebiet der 13 Comuni bis Arzignano, wo die Alpen bereits die italienische Tiefebene erreichen.

8. In der italienischen Tiefebene:

Von hier zieht sich die Wasserscheide in nordsüdlicher Richtung bis Legnano, wo sie ihre Richtung in eine westliche verwandelt und in nächster Nähe der Etsch zwischen letzterer und dem Canal Gorzone das adriatische Meer bei Chioggia erreicht.

Hiedurch erscheint die Nord- und Ostgrenze des Etsch-Gebietes vollkommen umschrieben.

Die West- und Südgrenze zieht sich wieder vom Reschen-See beginnend folgendermassen:

1. In den Umbrailer Alpen:

Vom Reschen-See über die Seesvenna-Spitze, den Monte Startex, den Buffalora und das Stilfser-Joch (2797 *m*).

2. In den Ortler Alpen:

Vom Stilfser-Joch über die Ortler-Spitze (3905 *m*) und den Monte Tresero (3464 *m*) zum Tonale-Pass (1875 *m*).

3. In der Adamello-Gruppe:

Vom Tonale-Pass zur Presanella (3561 *m*) und zum Sattel von Madonna di Campiglio.

4. In der Brenta-Gruppe:

Von da über die Bocca di Brenta (3179 *m*) nach dem Monte Gaza (1986 *m*).

5. In der Monte Baldo- und Orto d'Abramo-Gruppe:

Von da über den Kamm des Monte Bondone, sodann über den Kamm des Monte Baldo, an dessen Fusse die italienische Tiefebene erreicht wird.

6. In der italienischen Tiefebene:

Vom Fusse des Monte Baldo zieht sich die Wasserscheide auf italienischem Gebiet zwischen der Etsch und dem Po südlich unterhalb Verona und sodann in grosser Nähe der Etsch südlich von Legnano und Rovigo und trifft oberhalb der Po-Mündungen das adriatische Meer.

Die ganze Nordgrenze des Etsch-Gebietes ist von der Wasserscheide zwischen dem schwarzen und dem adriatischen Meere gebildet. In dieser Strecke grenzt die Etsch an die Gebiete des Inns und der Drau.

Die Ostgrenze des Etsch-Gebietes bildet das südtirolische und venetianische Torrenten-Gebiet, speciell die Gebiete der Piave, der Brenta und des Bacchiglione.

Im Westen und Süden grenzt das Etsch-Gebiet an den Po und seine Zuflüsse, speciell an die Gebiete der Adda, des Oglio und des Mincio.

Diese Wasserscheide ist in Tafel 6, Figur 1 und 2, ersichtlich gemacht.

19. Capitel.

Allgemeine Beschreibung des Flusslaufes der Etsch und ihrer Zuflüsse.

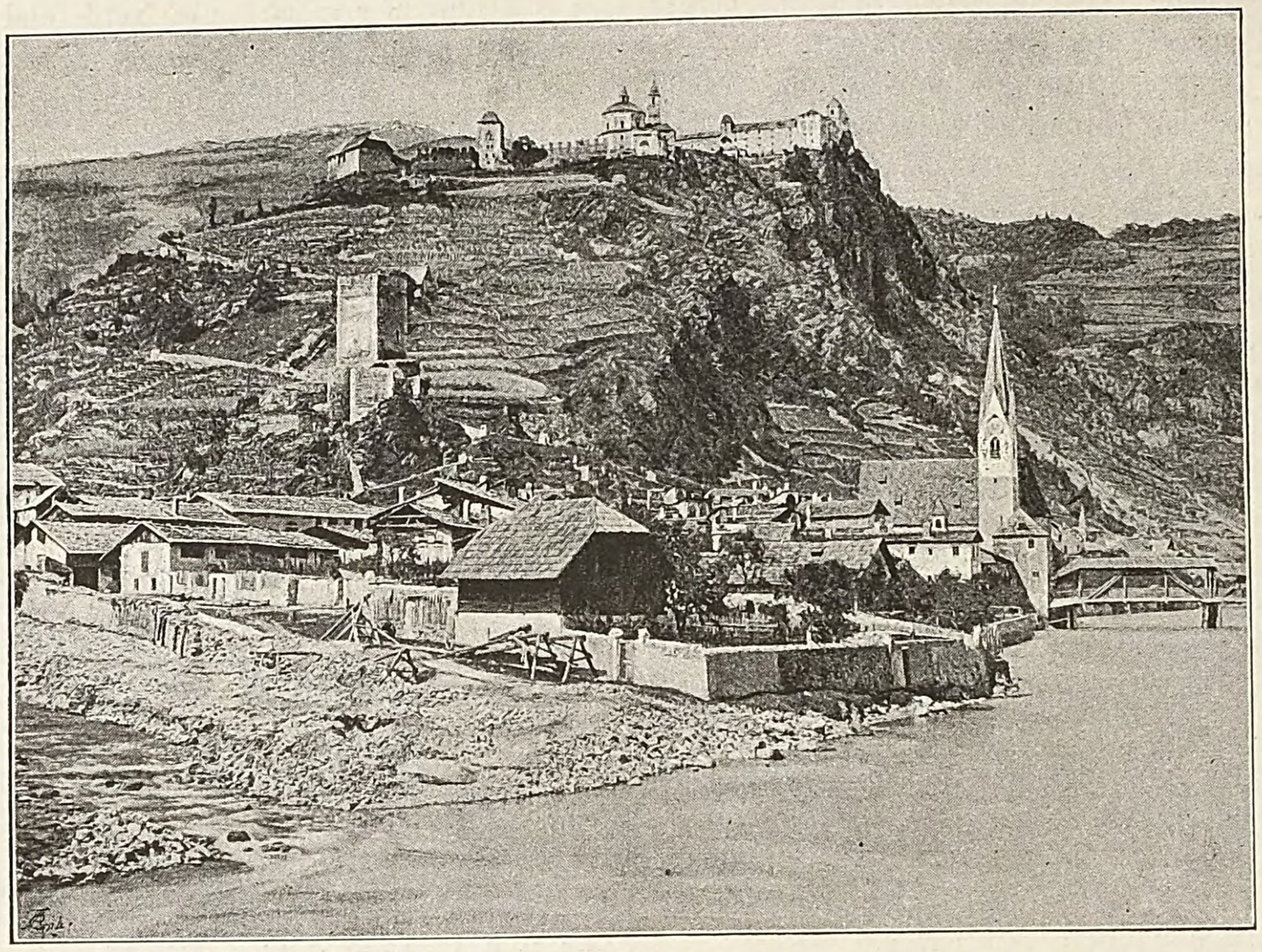
Der Etsch-Fluss entspringt an der Wasserscheide zwischen dem oberen Vintschgau und dem Oberinnthal, d. i. bei Reschenscheideck (1620 *m*) aus drei Seen, nämlich dem Reschen-See (1475 *m*), dem Mitter-See und dem Haider-See, welche von der Etsch nacheinander durchflossen werden. Vom Ursprung bis Glurns hat sie eine nordsüdliche Richtung, von hier an umfliesst sie in weitem Bogen den südlichen Abhang der Oetzthaler Alpen über Laas und Meran, wo sie plötzlich sich gegen Südosten wendend, am Westabhange der Sarnthaler Alpen bis Meran fliesst und sich daselbst mit dem Eisack vereinigt.

Von hier fliesst die Etsch nach Südosten zwischen den Nonsberger Alpen am rechten und den südtiroler Dolomit-Alpen am linken Ufer bis Lavis und sodann zwischen den Tridentinischen Alpen am rechten Ufer und den lessinischen Alpen am linken Ufer an Trient, Roveredo und Ala in südwestlicher

Richtung, um bei Borghetto unweit Ala das österreichische Staatsgebiet zu verlassen.

Bei der Veroneser Klause (chiusa di Verona) verlässt endlich die Etsch nach einem etwa 200 *km* langen Laufe das Gebirge, ändert westlich von Verona abermals ihre Richtung und zwar anfangs gegen Südosten, dann gegen Osten, durchfliesst Verona, Legnano und mündet nach einem Laufe von circa 400 *km* vom Ursprung an gerechnet südlich von Chioggia in das adriatische Meer.

Fig. 7.



Klausen. (Eisack.)

Die Seitenzuflüsse der Etsch.

Die Hauptzuflüsse der Etsch in Tirol sind der Eisack mit der Rienz und dem Talfer-Bach, der Noce, der Avisio, die Fersina, der Ross-Bach (torrente Gola) und der Leno.

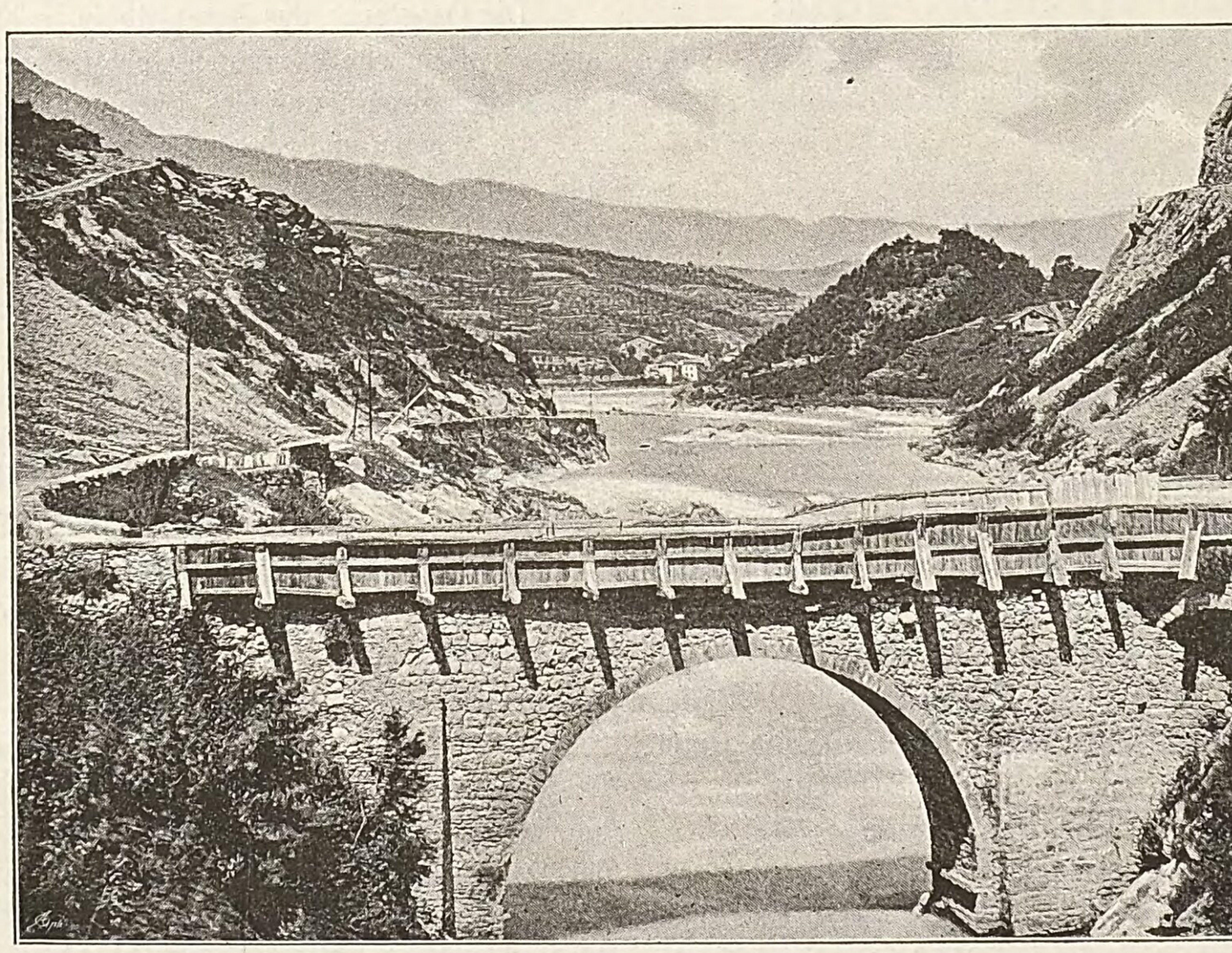
Der Eisack entspringt am Brenner-Pass (1362 *m*), fliesst nach Südwesten bis Sterzing, sodann nach Südosten bis Franzensfeste und Brixen, von wo er sich nach Südwesten wendet und nach einem ca. 40 *km* langen Laufe Bozen erreicht. Sein wichtigster Nebenfluss ist die Rienz, welche aus den Nordabhängen des S. Piana-Berges entspringend, den Düren-See (1406 *m*) und den Toblacher-See (1233 *m*) durchfliesst, von Ost nach West bei Bruneck vorbeifliesst und nach einem etwa 70 *km* langen Laufe sich bei Brixen in den Eisack ergiesst. (Fig. 7.)

Die wichtigsten Nebenbäche der Rienz sind am linken Ufer: der Pragser-Bach, der den Pragser-See durchfliesst, der Brunst-Bach, der Furkel-Bach, der Gader-Bach mit seinem Nebenzweig dem Vigil-Bach, und der Lasanken-Bach; am rechten Ufer: der Gsieser-Bach, der Antholzer-Bach, der Wielen-Bach, der Ahren-Bach mit zahlreichen Nebenbächen, der Pfunders-Bach und der Valser-Bach.

Andere wichtige Nebenbäche des Eisack sind am linken Ufer: der Pfitscher-Bach bei Sterzing, der Afers-Bach, der Grödener-Bach, der Schwarzgries-Bach, der Mühl-Bach, der Grein-Bach und der Eggen-Bach mit seinen Verzweigungen; am rechten Ufer: der Pferscher-Bach, der Mareither-Bach mit seinen vielfachen Verzweigungen, der Flagger-Bach, der Schalderer-Bach, der Thinne-Bach und der Rufidaun-Bach.

Der letzte Seitenbach des Eisack vor dessen Einmündung in die Etsch bei Bozen ist der grosse Talfer-Bach, welcher am Penser-Joch (2211 *m*) entspringt, von Nord nach Süd das Sarn-Thal durchfliesst und sich nach einem Laufe von 40 *km* in den Eisack bei Bozen ergiesst.

Fig. 8.



Einblick in das Noce-Thal. (Bei der Rochetta, Südtirol.)

Seine wichtigsten Nebenbäche sind links: der Dürnholzer Bach, der Tanz-Bach und der Emmer-Bach, rechts: der Oetten-Bach und der Affing-Bach.

Der zweite wichtigste Gebirgszufluss der Etsch ist der Noce-Bach, welcher vulgär Nos, lateinisch Naunus genannt wird.

Der Noce entspringt am Corno dei tre Signori (3324 *m*) im Peio-Thal, fliesst nach Süden bis Ossana, sodann nach Osten bis Cles, wo er sich nach Süden wendet bis zum Rocchetta-Pass; hier wendete er sich einstens nach Osten und mündete in die Etsch bei S. Michele. Seit einigen Decennien wurde jedoch eine Ableitung der Einmündungsstrecke des Noce gegen Süden ausgeführt. (Fig. 8 und 9.)

Die Länge des Noce-Baches von der Quelle bis zur Mündung in die Etsch beträgt ca. 75 *km*.

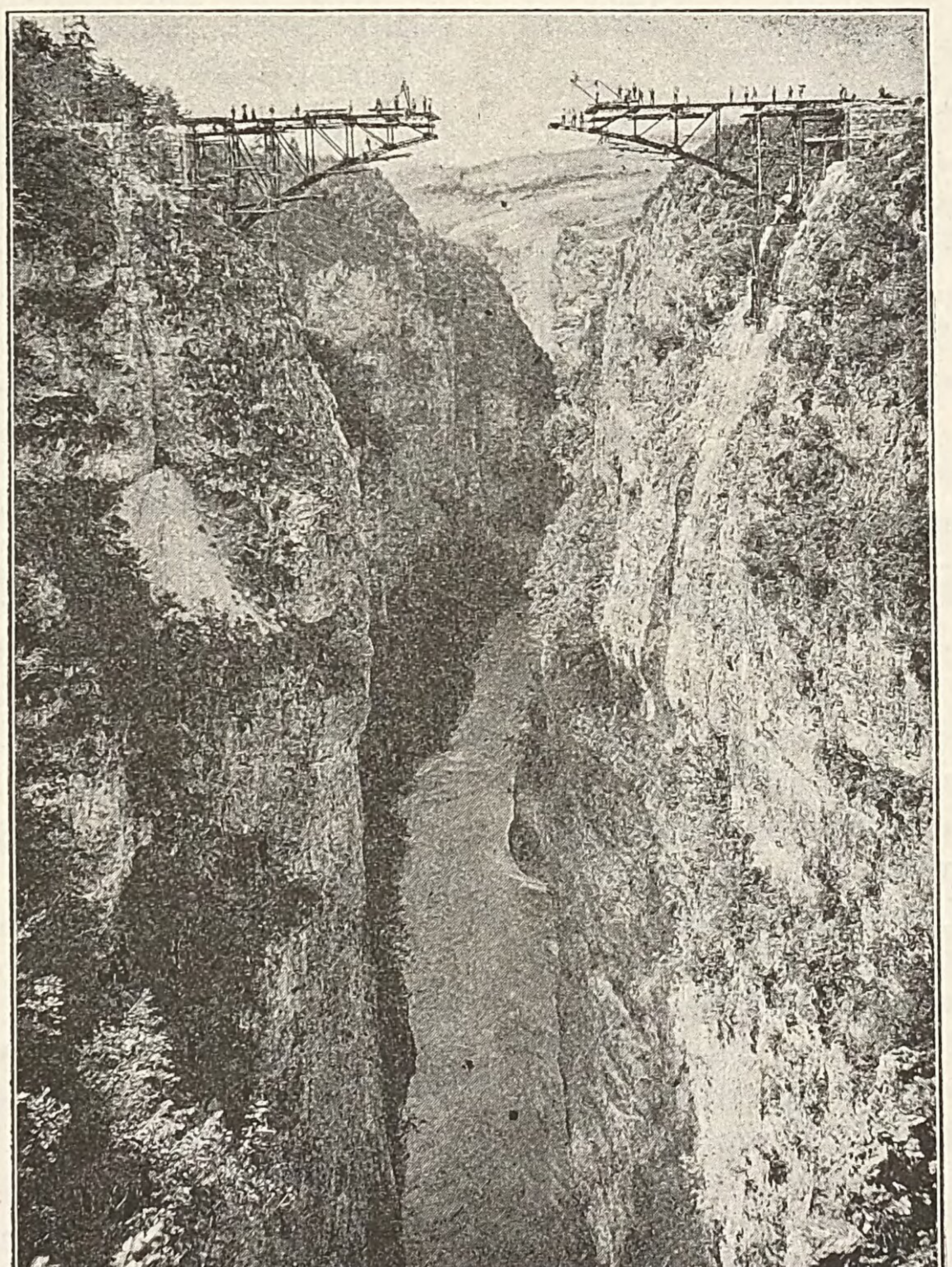
Die wichtigsten Zuflüsse des Noce sind links: der Rabbi-Bach, der Barnes-Bach, der Presena-Bach, der Novella-Bach, der Romedio-Bach und der Pongajolo-Bach; rechts: der Melendria-Bach und der Tresenga-Bach.

Der dritte grosse Gebirgszufluss der Etsch ist der Avisio-Bach.

Dieser entspringt im Marmolata-Gletscher (3260 *m*), durchfliesst in der Richtung nach Südwest das Fassa-, das Fleims- und das Cembra-Thal und mündet nach einem 70 *km* langen Laufe in der Ortschaft Lavis die Thalschlucht verlassend, unterhalb derselben in die Etsch.

Seine wichtigsten Seitenbäche sind links: der Nicolo-Bach, der Pellegrino-Bach, der Travignolo-Bach, der Cavelonte-Bach, der Moena-Bach, der Cadine-Bach, der Rio longo und der Regnana-Bach; rechts: der Durvu-Bach, der Sojal-Bach, der Rio bianco, Rio di Stava und Rio dei molini.

Fig. 9.



Noce-Brücke bei St. Giustina.

Von grosser Wichtigkeit ist der vierte directe grössere Gebirgszufluss der Etsch, nämlich der Fersina-Bach. Dieser zu einer traurigen Berühmtheit für die Stadt Trient gelangte Bach entspringt unter der Hochspitze und fliesst nach Osten durch die Schlucht von Civezzano gegen Trient, wo er sich nach einem Laufe von 25 *km* in die Etsch ergiesst.

Von seinen Nebenbächen ist besonders der Torrente Silla, welcher aus dem Lago di Serrajo entspringt, bemerkenswert.

Ein fünfter wichtiger Seitenbach der Etsch ist der Ross-Bach, auch Rio Folgaria oder auch Torrente Gola genannt, welcher zwischen dem Monte Scanuppio und dem Monte Laste entspringend, von Ost nach West fliesst und sich nach einem Laufe von 10 *km* bei Calliano in die Etsch ergiesst.

Der sechste grössere Seitenbach der Etsch in Südtirol ist schliesslich der Leno.

Dieser besteht aus zwei Zweigen, nämlich dem Leno di Terragnolo, welcher beim Monte Maggio und dem Leno di Vallarsa, welcher am Monte Pasubio entspringt; beide vereinigen sich oberhalb Roveredo und fliessen in die Etsch bei Sacco nach einem Laufe von ca. 20 *km*.

Ausser diesen sechs grossen Hauptzuflüssen, von welchen insbesondere die Eisack, der Noce, der Avisio und der Leno mit vollem Rechte als Gebirgsflüsse bezeichnet werden müssen, hat die Etsch noch nachfolgende wichtigste Zuflüsse:

Am linken Ufer: der Pani-Bach oberhalb Glurns, der Salurn-Bach, der Schtandrauner-Bach unterhalb Laas, der Schnalser-Bach mit seinen Verzweigungen, der Ziel-Bach, der ausgedehnte und weitverzweigte Passer-Bach, welcher S. Leonhard durchfliesst und sich nach einem 40 *km* langen Laufe in die Etsch bei Meran ergiesst, der Naifer-Bach, der Sinach-Bach, der Kompatsch-Bach, der Mölten-Bach, der Branten-Bach, der Schwarzen-Bach, der Truden-Bach, der Rio secco und der Torrente Ala.

Am rechten Ufer: der Rojen-Bach, der sich in den Reschen-See ergiesst, der Schliniger-Bach, der Ramm-Bach bei Glurns, der Trafoier-Bach, der Laaser-Bach, der Plima-Bach, der grosse und verderbliche Valschauer-Bach, welcher, aus dem Grün-See entspringend, das Ulton-Thal durchfliesst und sich nach einem 35 *km* langem Laufe in die Etsch unterhalb Meran ergiesst, der Brandis-Bach, der Prissianer-Bach, der Abzugsgraben des Kalterer-Sees, der 6 *km* Länge durchfliesst, der Torrente Sardagna, Rio Nogaredo, Torrente Sarne und schliesslich der Rio Sviana unterhalb der Grenzzollstation Ala.

Die Tafeln 2 und 3 geben die zu dieser Erklärung erforderliche Uebersicht.

20. Capitel.

Die Seen des Etsch-Gebietes.

Im Gebiete der Etsch befinden sich zahlreiche Seen und zwar:

1. Im Gebiete der Etsch vom Ursprung bis zur Mündung des Falschauer-Baches 14 Seen, darunter insbesondere der Reschen-See (100 *ha* gross), der Mitter-See (60 *ha*), der Haider-See (80 *ha*) und der Lang-See (25 *ha*).

2. Im Gebiete des Rienz 9 Seen, und zwar: der Antholzer-See (35 *ha*), der Dürren-See, der Toblacher-See und der Pragser-See, der Gross-See, Wilder-See und Eisbruck-See.

3. Im Gebiete der Eisack 4 Seen, und zwar: der Eis-See, Trüber-See, Schlupper-See und Pfluren-See.

4. Im Gebiete des Talfer-Baches der Dürnholzer-See.

5. In den rechtsseitigen Zuflüssen der Etsch von der Mündung des Falschauer-Baches bis zur Landesgrenze 8 Seen, und zwar: der Montiggl-See (16 *ha*), der Kalterer-See (140 *ha*), der Mar-See, der Santo-See (12 *ha*), der Terlago-See (32 *ha*), der Cei-See, der Loppio-See (70 *ha*) und ein kleiner See.

6. In den linksseitigen kleineren Zuflüssen der Etsch vom Falschauer-Bache bis zur Reichsgrenze sind keine grösseren Seen vorhanden.

7. Im Gebiete des Avisio 2 Seen, und zwar: der Piazze-See (25 *ha*) und der Santo-See.

8. Im Gebiete des Fersina 2 Seen, und zwar: der Serajo-See (40 *ha*) und der Lases-See (20 *ha*).

9. Im Gebiete des Noce 2 Seen, und zwar: der Tovel-See (40 *ha*) und der Corvo-See.

10. Im Gebiete des Leno sind keine urösseren Seen vorhanden.

21. Capitel.

Die Ausmaasse der Niederschlagsgebiete der Etsch und ihrer Seitenzuflüsse.

Das Gesammt-Niederschlagsgebiet der Etsch bis zur österreichisch-italienischen Grenze beträgt 10559 km^2; hievon beträgt:

Das Gebiet der Etsch vom Ursprung bis zum Falschauer-Bach	2100 km^2,
das Gebiet der Eisack	4141 „
das Gebiet der Rienz	2077 „
das Gebiet des Talfer-Baches	473 „
das Gebiet des Avisio	956 „
das Gebiet der Fersina	151 „
das Gebiet des Leno	200 „
die linksseitigen Zuflüsse der Etsch vom Falschauer-Bach bis zur Reichsgrenze	637 „
das Gebiet des Falschauer-Baches	312 „
das Gebiet des Noce	1369 „
das Gebiet der rechtsseitigen directen Zuflüsse der Etsch vom Falschauer-Bach bis zur Reichsgrenze	693 „
Summe	10559 km^2.

Hievon entfällt auf des Gesammtgebiet der Eisack 4141 km^2.

In Tafel 7, Fig. 1, sind die einzelnen Niederschlagsgebiete deutlich ersichtlich gemacht.

22. Capitel.

Geologische Verhältnisse des Etsch-Thales.

A. Geographische Ausbreitungs-Gebiete der geologischen Formationen im Etsch-Gebiete.

I. Primärformationen.

Drei mächtige Gebirgszonen durchziehen Tirol von Südwest nach Nordost; es sind dies die mittlere oder centrale krystallinische Zone mit den nördlichen und südlichen Nebenzonen, welche wegen ihres vornehmlichen Bestandtheiles als nördliche und südliche Tiroler Kalk-Alpen bekannt sind.

Tafel 4, Fig. 1, enthält die geologische Karte des Etsch-Gebietes, Tafel 6 die dazu gehörigen geologischen Profile.

Der Etsch-Fluss liegt grösstentheils im Gebiete der Südtiroler Kalk-Alpen, während der westliche und nördliche Theil des Gebietes der krystallinischen Mittelzone angehört.

A. Die Mittelzone.

Diese letztere tritt in einer Breite von 15 Meilen von West nach Ost zwischen Bludenz in Vorarlberg und dem Nordrande des Idro-Sees in das Gebiet von Tirol herein. Sie behält ihre ganze Breite bei bis gegen eine Linie, welche sich vom Nordrande des Idro-Sees gegen Meran erstreckt, wo sie durch die plötzlich weit nach Norden vorgreifenden Sedimentär-Gebilde des Etsch-Thales und das Gebiet des bekannten Bozener Porphyr-Plateaus auf nicht viel mehr als die Hälfte ihrer früheren Breite eingeengt wird und in dieser Breite weiter nach Osten ziehend, Tirol und das Etsch-Gebiet verlässt.

Die Südgrenze zwischen der krystallinischen Mittelzone und den sedimentären Gesteinen der südlichen Mittelzone, einschliesslich des Bozener Porphyr-Plateaus, hält aus der Gegend von Porto bis Roncone in Judicarien eine westöstliche Richtung ein, biegt aber hier scharf um nach NNO., um geradlinig fortzustreichen bis Meran und zieht weiter parallel der Nordgrenze nach ONO. bis Lienz.

Es fällt daher in das Gebiet der krystallinischen Mittelzone der Alpen:

Die ganze obere Etsch vom Reschenscheideck bis Meran einschliesslich des Passeier-Thales, der nördliche Theil des Talfer-Gebietes, der grösste Theil des Rienz-Gebietes mit Ausnahme der obersten Theile des Gader-Baches, des Pragser-Baches und der Rienz ober Innichen; der grösste Theil des Eisack von den Spitzen bis unterhalb Klausen zum Grödener-Thal; der grösste Theil des Falschauer-Baches und die kleinere westliche Hälfte des Noce-Gebietes.

Das ganze übrige Etsch-Gebiet, insbesondere der Avisio, die Fersina und der Leno gehören zur südlichen Alpenzone, wobei jedoch der überwiegende Theil des Avisio im Bozener Porphyr-Plateau liegt und nur der nördliche Theil des Niederschlagsgebietes aus eigentlichen sedimentären Gesteinen besteht.

Das ganze rechte und linke Ufer der Etsch von Tramin bis zur Landesgrenze gehört der sedimentären Zone an.

Den Hauptantheil an dem Bau der krystallinischen Mittelzone im Etsch-Gebiete nehmen die alten krystallinischen Schiefergesteine, welche, nachdem sie sich petrographisch von anderen analogen Gebilden, beispielsweise des böhmischen Festlandes, nicht unterscheiden und überall die Grundlage auch der ältesten silurischen Sedimentgesteine bilden, jedenfalls vorsilurischen Alters sind. Ausserdem sind zahlreiche Centralmassen in dieser Zone vorhanden, deren hoch krystallinische Gesteine oft deutlich die Charaktere von Eruptivgebilden an sich tragen und die von einander getrennt und umhüllt sind durch mehr weniger krystallinische Schiefer, oft auch Kalksteine, die zum grossen Theile einer Metamorphose jüngerer sedimentärer Gebirgsschichten ihre jetzige petrographische Bedeutung verdanken.

Der innige Zusammenhang der Gesteine der Centralmassen mit jenen ihrer Schieferhüllen und die gesammten Verhältnisse des Auftretens beider lässt kaum daran zweifeln, dass die Metamorphose der Letzteren, sowie die steile Aufrichtung und Fächerstellung ihrer Schichten gleichzeitig erfolgte. Für die Centralmassen kann daher kein höheres Alter in Anspruch genommen werden, als für die Gesteine der sie umgebenden Schieferhüllen.

Die grössten Centralmassen sind diejenigen der Oetzthaler-Alpen und der Tauern, die aber nur den Nordrand der Etsch-Zone streifen.

Die bedeutendste dieser Massen, welche als Mittelpunkte der Erhebungen „Centralmassen“ genannt werden, ist in unserem Gebiete jene der Tauern, die aus der Gegend von Sterzing in Tirol bis nach Kärnten reicht.

Sie besteht aus Centralgneis, der in den mittleren Theilen ziemlich massig ausgebildet ist, nach der Peripherie zu aber immer deutlicher und deutlicher geschichtet erscheint, mit einem Fallen der Schichten von dem mittleren Theile ringsum nach aussen.

Ausgedehnte Regionen der Tiroler Alpen der Mittelzone im Etsch-Gebiete enthalten jedoch weder Centralgneis, noch andere Centralgesteine, wie Protogin, und zeigen auch keine Schieferhüllen, sondern haben eine Zusammensetzung analog jener der Primärformation im böhmischen Festland, und in der Regel gibt sich dann auch hier die normale Aufeinanderfolge von Gneis, Glimmerschiefer und Thonschiefer deutlich zu erkennen. Diese drei Gebirgsarten mit bald mehr, bald weniger Einlagerungen von anderen krystallinischen Schiefern, von Serpentinen und Hornblende-Gesteinen herrschen in grossen Gebieten vor.

Von krystallinischen Massengesteinen ausser Gneis sind die wichtigsten die Granite, von denen sich eine Reihe von Stöcken nahe am Südrande der Mittelzone in den Südtiroler Alpen findet.

Der mächtigste derartige Gebirgsstock, der Adamello, welcher jedoch nicht aus eigentlichem Granit, sondern aus Tonalit besteht, befindet sich an der österreichisch-ungarischen Reichsgrenze gegen Italien zwischen dem Oglio- und dem Sarca-Thale. Ein Theil dieses Gebirgsstockes nimmt die südöstliche Ecke des Val di Sole ein, gehört also zum Niederschlagsgebiet des Noce, während der weitaus grössere Theil des Adamello-Stockes seine Wässer dem Sarca-Flusse und weiterhin dem Garda-See zusendet, daher für die Etsch nicht in Betracht kommt.

Ein anderer mächtiger Granitstock der Mittelzone der Alpen befindet sich im Gebiete des Eisack und der Rienz; er beginnt am rechten Eisack-Ufer westlich von Frellenberg und zieht sich in östlicher Richtung den Eisack übersetzend, längs des rechten Ufers der Rienz bis östlich von Bruneck. Im Rain-Thal und Antholzer-Thal befinden sich in der Nähe dieses Hauptstockes noch zwei kleinere Stöcke.

Weiters ist ein mächtiger Granitstock bei Meran vorhanden, welcher sich aus dem Ulten-Thal in nordöstlicher Richtung gegen Meran und in das Passeier-Thal erstreckt.

Grössere Granitstöcke befinden sich noch südlich des Zufall-Ferners im Quellgebiete des Noce, in Val Rabbia, einem Seitenthal des letzteren, im Martell-Thal, im Etsch-Thal oberhalb Meran bei Marling und Naturns und im oberen Quellgebiete der Etsch.

Obwohl die älteren Karten unter den eruptiven Gesteinen zumeist nur Granite verzeichnen, so haben doch in neuerer Zeit die Untersuchungen Stache's im Quellgebiete der Etsch eine ungeahnte Verbreitung und Mannigfaltigkeit von Eruptiv- und Massengesteinen gezeigt. Insbesondere sind dies verschiedene granitartige Gesteine, dioritische Hornblendegranite, Diorite, Amphibole, Ortlerite, Suldenite, Olivingesteine, Diabase, Porphyre und Quarzporphyre. Schliesslich sind noch die zahlreichen Stöcke von Dioriten, Augitporphyren und Melaphyren bei Klausen im Eisack-Gebiet und bei Predazzo zu erwähnen.

B. Die südliche Nebenzone der Alpen.

Weit verwickelter als in der im allgemeinen in petrographischer Hinsicht einfachen krystallinischen Mittelzone der Tiroler Alpen gestalten sich die Verhältnisse in der südlichen Nebenzone, oder den sogenannten Südtiroler Kalk-Alpen. Hiebei wird erwähnt, dass der letztere Name nur nach dem am häufigsten vorkommenden Gestein gewählt ist und dass trotzdem ausgedehnte krystallinische Eruptivgesteine und Schiefer in das Gebiet dieser Zone gehören.

Nebst einer grossen Mannigfaltigkeit oft bunt durcheinander geworfener Sedimentgesteine haben wir es in der südlichen Nebenzone noch mit mehreren ansehnlichen Aufbrüchen von krystallinischen Gesteinen, die mit jenen der Mittelzone übereinstimmen, und überdies mit zahlreichen Eruptivgesteinen sehr verschiedenen Alters zu thun, welche nicht nur in kleinen untergeordneten Partien die Sedimentgesteine durchbrechen, sondern stellenweise auch in ausgedehnten Massen gebirgsbildend auftreten.

Von Aufbrüchen älterer krystallinischer Gesteine ist besonders die Cima d'Asta-Masse zu erwähnen. Diese bedeutendste ältere Eruptivmasse der südlichen Nebenzone besteht der Hauptsache nach aus einem elliptischen Granitkern, der sich mit seiner Längsaxe zwischem dem Avisio-Gebiete und dem linken Ufer des Brenta-Flusses in der Valsugana beiläufig von Torcegno bis Caoria in nordöstlicher Richtung hinzieht und ringsum von einer ausgedehnten Zone von Glimmerschiefer umgeben ist, die nach Westen bis Civezzano bei Trient, nach Osten bis Agordo im Piave-Gebiete, im Norden bis St. Martino di Castrozza in Primiero und im Süden bis Centa, südlich vom Lago di Caldonazzo reicht.

Dieses grosse Gebiet liegt bereits ausserhalb der Niederschlagsgrenzen des Etsch-Flusses und nur die nordwestliche Ecke der Glimmerschiefer-Zone fällt in das Gebiet des Fersina bei Pergine. Hier gehören beide Ufer des Fersina von St. Felice bis Cirè, sowie diejenigen des Nebenbaches Silla, welcher aus dem Lago di Serrajo herabkommt, bis zur Einmündung in die Fersina bei Cirè der Glimmerschiefer-Zone an.

Aber auch am linken Ufer des Fersina bei Trient sind noch drei kleine Aufbrüche von Glimmerschiefer, welche mit demjenigen des Cima d'Asta-Gebietes zusammenhängen zu verzeichnen. Es ist dies ein kleiner Aufbruch bei Costa Savina, einer bei Roncogno und einer im Trienter Gebiete selbst, von St. Agatha im Norden bis zum Ausgange des Fersina aus der Thalschlucht ober der Stadt Trient.

Insoweit daher immerhin dieser Glimmerschiefer an mehrfachen Stellen in das Etsch-Gebiet eingreift, würde er schon wegen seiner Bedeutung als des vermuthlich ältesten Gebirges in diesem Gebiete eine kurze Erwähnung verdienen.

Allein diesem Glimmerschiefer-Aufbruch, sowie seinem Granitkerne, dem Cima d'Asta-Stock kommt überdies noch wegen seines innigem Zusammenhanges mit dem grossen Porphyrplateau zwischen Meran und Trient und den übrigen diese Porphyrdecke umgebenden granitischen Eruptivstöcken eine für den tektonischen Bau von Südtirol, namentlich aber der Etsch-Bucht sehr wichtige Bedeutung zu, welche einer näheren Erörterung bedarf.

Nicht in der Tiefe eines Erosionsthales, schreibt hierüber Suess, wie der Phyllit von Recoaro, sondern als eine hohe selbstständige Gebirgsmasse ragt der Granitstock der Cima d'Asta an dem Südrande des grossen Porphyrgebietes aus den Kalk-Alpen hervor. Es ist einer der auffallendsten Züge in dem Baue der südlichen Alpen.

„Hier verstehe ich die Menschen nicht mehr, und kaum mehr die Natur“ schrieb der grosse Pfadfinder L. v. Buch, als er im Jahre 1798 nach Pergine kam, „chaotisch scheinen „hier die Gebirgsarten durcheinander geworfen, und die schöne „Ordnung vom Brenner scheint gänzlich dahin. Wer hätte „es gedacht, nach so ungeheueren Massen von Kalkstein, „wie die furchtbare Kette zwischen Neumarkt und Trient, „nach Bergen, wie die, welche Trient umgeben, auf das „Neue Urgebirgsarten zu finden.“

Durch die eingehenden Studien von Mojsisovics (Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien), Suess und Anderen ist es gelungen, den Zusammenhang des Porphyr-Gebietes mit dem Cima d'Asta-Stocke und dem Gebiete der krystallinischen Schiefer zu erfassen.

Was vorerst das Phyllitgebirge (Phyllite nennt Mojsisovics die in Rede stehenden krystallinischen Schiefer) anbelangt, so gehören sie verschiedenen Niveaus an und sind Quarzphyllite und Gneisphyllite, welche die ganze Porphyrdecke überall unterlagern und somit sowohl mit den krystallinischen Schiefern der Mittelzone der Alpen nachgewiesenermassen in Verbindung stehen. Ebenso ist ihr Zusammenhang mit den krystallinischen Schiefern, welche von West nach Ost kommend, an der Linie Idrosee—Meran plötzlich abbrechen, in der Weise erwiesen, dass längs dieser Linie eine Gebirgsspalte vorhanden ist, längs welcher der östliche Theil des Gebirges in die Tiefe gesunken ist. Die dadurch entstandene Bucht zwischen dieser Spalte, welche in der geologischen Literatur unter dem Namen der Judicarienspalte bekannt ist, und dem jetzigen Porphyr-Gebiet wurde mit späteren Ablagerungen vornehmlich der mesozoischen Zeit ausgefüllt, unter welcher als „Etsch-Bucht“ bekannten sedimentären Mulde sich die Porphyrdecke erstreckt.

Der Granitstock der Cima d'Asta durchbricht nun diese Porphyrdecke als Eruptivstock, was sich aus den Lagerungsverhältnissen mit Sicherheit ergibt.

Mitten aus dem nordwestlich fallenden Schiefergebirge, schreibt Mojsisovics, dringt der Granit stockförmig, die Schichten des Quarz und des Gneisphyllites abschneidend, in geschlossener Masse empor und sendet im Osten, wie im Westen gangförmige Ausläufer aus. Eine Reihe anderer Eruptivgesteine durchsetzt in Gängen den Granit und das benachbarte Schiefergebirge. Die locale Häufung verschiedenartiger intrusiver Eruptivgesteine ist aber ein wichtiges Kriterium eines Eruptionscentrums.

Nachdem der Granit den Quarzphyllit durchbricht, ist er jedenfalls jünger als dieser.

Ebenso muss die Porphyrdecke jünger sein als die Phyllite. Da weiters unter der Porphyrdecke Conglomerate der Permzeit vorhanden sind, während anderntheils diese selbst den untersten Gliedern der Trias als regelmässige Unterlage dient, so ist auch das permische Alter derselben constatiert.

Mojsisovics erklärt weiters alle das Porphyrgebiet umgebenden Eruptivstöcke, insbesondere das Cima d'Asta-Massiv, den Adamello, sowie die Granite von Meran, Brixen und Klausen als die Eruptionsherde, aus denen die porphyrischen Lavadecken des grossen centralen Porphyrgebietes unter dem Wasserspiegel des permischen Meeres abgelagert worden seien, was durch die vorhandenen Tuffablagerungen bestätiget werde.

Hiemit ist die Stellung der älteren Eruptivgesteine gekennzeichnet, während die später auftretenden, die jüngeren Eruptivgesteine bei der Schilderung der betreffenden Sedimentär-Formationen Erwähnung finden sollen.

II. Die paläozoischen Ablagerungen.

α) Die silurische Formation im Etsch-Gebiete.

Die Grenzen der silurischen Formation im Etsch-Gebiete sind bis heute noch vollkommen unbestimmt, so dass kaum zwei geologische Karten zu finden sind, welche dieselben übereinstimmend angeben würden.

Nach der geologischen Uebersichtskarte der österreichischen Monarchie nach den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt von Franz Ritter v. Hauer, Blatt Nr. 5, „Westliche Alpen-Länder" sind silurische Gebilde, Grauwacken-Schiefer oder Grauwacken-Kalke überhaupt nicht eingezeichnet und wird in den Erläuterungen zu dieser Karte bemerkt, dass der Grauwacken-Formation angehörige Gebilde in der südlichen Nebenzone der Alpen bisher nicht nachgewiesen worden seien (1877). Nichtsdestoweniger bemerkt Hauer, dass es natürlich nicht unbenommen bleibt, die Glimmerschiefer oder Thonglimmer-Schiefer am Südrande der Mittelzone theilweise oder ganz als umgewandelte silurische u. s. w. Schichten zu betrachten, dass aber die ältesten echten Sedimentgesteine aller Wahrscheinlichkeit nach, der, der nördlichen Nebenzone gänzlich fehlenden Steinkohlen-Formation angehören.

Dr. G. Stache[1] ist durch Detailstudien in verschiedenen Gebieten der Centralzone der Alpen und ihrer Grenzen gegen die Grauwackenzonen zur Ueberzeugung gelangt, dass ein grosser Theil der meist ziemlich hoch krystallinischen Schiefer der ersteren den paläozoischen Formationen zuzuzählen sei und in grossen muldenförmigen Buchten und lang gestreckten Zügen dem eigentlichen altkrystallinischen oder primären Gebirge, das hauptsächlich aus verschiedenen Gneissen und Glimmerschiefern mit Hornblendeschiefern besteht — seiner Gruppe der „Gneisphyllite" aufliege. Er trennt das gesammte paläozoische Materiale der Alpen in fünf Hauptgruppen, von welchen drei, die „Quarzphyllit-Gruppe," die „Kalkphyllit-Gruppe" und die „Kalkthonphyllit-Gruppe" als besondere Faciesgebilde, die im Gebiete der Mittelzone entwickelt sind, den zwei anderen, der älteren und der jüngeren Grauwacken-Gruppe gegenübergestellt worden, welch letztere die Randzonen, nämlich die Mittelzone der Alpen umsäumende, nördliche und südliche Grauwackenzone zusammensetzen.

Die drei Gruppen der Mittelzone sind nach seiner Auffassung nicht altersverschiedene Gebilde, sondern stehen einander theilweise parallel; die Quarzphyllit-Gruppe hat dabei den grössten Umfang, indem sie einerseits wohl noch in die eigentlichen Primär-Formationen herabgreift und anderseits bis in die höheren paläozoischen Stufen hinaufreicht.

Die Kalkphyllit-Gruppe umfasst kalkige Bildungen, die hauptsächlich nur den unteren paläozoischen Formationen und theilweise den Primär-Formationen entsprechen; die Kalkthon-Phyllite dagegen scheinen höher hinauf zu greifen, um hauptsächlich nur den höheren paläozoischen Formationen, ja theilweise selbst der mesozoischen Trias-Formation zu entsprechen.

Petrefacten, welche an verschiedenen Stellen in den früher den Primärgesteinen zugezählten Schichtencomplexen aufgefunden wurden, dienen der Auffassung Stache's zur Stütze, die übrigens, wie er selbst hervorhebt, bisher nur erst die Wege andeuten soll, auf welchen Aussicht gegeben ist, zu einem richtigen Verständnis des Baues der Centralkette überhaupt zu gelangen.

Auch Helmhacker[1] fand tief unter dem Niveau, welches bisher als ungefähre Grenze zwischen Primär- und silurischer Formation betrachtet wurde, in Kalksteinen, die zwischen hoch krystallinischen Phylliten, Chlorit- und Glimmerschiefern eingelagert sind bei Sunk, Kallwang, Leoben u. s. w. Reste von Krinoiden, Korallen und Brachiopoden, welche beweisen, dass ein ansehnlicher Theil, der auf den bisherigen geologischen Karten der Nord-Alpen der Primär-Formation zugewiesenen krystallinischen Schiefergesteine, in der That metamorphische Silurschichten sind.

Das Gesteinsmateriale dieser Schichtensysteme ist im ganzen weicher und leichter zersetzbar, sowohl als jenes der krystallinischen Mittelzonen, wie auch jenes der noch weiter im Norden und Süden folgenden, aus mesozoischen Gesteinen bestehenden Kalkzonen. In ihrem Gesammtauftreten bilden sie daher durch Thäler tief eingefurchte, mit weniger hohen Bergen versehene Gebiete, von denen sich das eine nordwärts, das andere südwärts von der Mittelzone zwischen dieser und den Kalkzonen parallel dem Hauptstreifen des Gebirges von Ost nach West hinzieht.

Die geologische Uebersichtskarte von Oesterreich-Ungarn von Franz Toula[2] fasst das silurische und devonische Gebiet zusammen und bezeichnet einen breiten Streifen des Etsch-Gebietes nämlich am Eisack oberhalb Franzensfeste bis zum Brenner, und einen davon nach Osten abzweigenden Streifen des rechtsufrigen Rienz-Gebietes als silurisch-devonisch.

Für die Beurtheilung des gegenwärtigen Standes der Frage führen wir noch die bezüglichen Erläuterungen zu der geologischen Uebersichtskarte der Alpen von Dr. Franz Noë[3]

[1] Die Graptolithen-Schiefer am Osternigg-Berge in Kärnten. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, Band XXIII, pag. 175. — Hauer: Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntnis der Bodenbeschaffenheit der österr.-ung. Monarchie. Wien 1878.

[1] Siehe Hauer.

[2] Geologische Karte von Oesterreich-Ungarn nebst Bosnien und Herzegovina, auf Grundlage der grossen Franz v. Hauer'schen Uebersichtskarte mit Benützung der neueren Quellen; ausgeführt von Franz Toula.

[3] Geologische Uebersichtskarte der Alpen auf Grundlage der geologischen Aufnahmen alpiner Gebiete durch die k. k. geologische Reichsanstalt in Wien, die königl. ungarische geologische Anstalt in Budapest, das königl. bayerische Oberbergamt, die geologische Commission der

an, welcher in seiner Karte in den östlichen Alpen die Gruppe der Phyllite: Urthonschiefer, Thonglimmerschiefer, Kalkphyllit, Quarzphyllit einerseits und die Gruppe der paläozoischen Formationen (ohne Dyas), nämlich Silur, Devon und Carbon anderseits getrennt behandelt.

Unter die Phyllite rechnet Noë eine ganze Serie von halbkrystallinischen, metamorphischen und selbst echt krystallinischen Gesteinen unbestimmten Alters, welche in neuerer Zeit oft als zu paläozoischen Formationen ja selbst zur Trias-Formation gehörig erkannt werden.

Die Phyllitgruppe nach Noë bedeutet demnach keineswegs einen nach unten und oben wohlbegrenzten Schichtencomplex und die auf seiner Karte gegebenen Abgrenzungen gegen den Glimmerschiefer, ja stellenweise selbst gegen den Gneis, haben daher durchaus nicht überall den Wert von Formationsgrenzen. Es fehlen nach Noë auch in vielen Gebieten der nördlichen und südlichen Schieferzone neuere Aufnahmen und sind daher seine Abgrenzungen nur als vorläufige anzusehen.

Durch die im Zuge befindlichen neuen Untersuchungen werden die Glimmerschiefer und verwandten Gebilde einerseits und die Gruppe der Noë'schen Phyllite anderseits noch mannigfache Verschiebungen ihrer räumlichen Grenzen erfahren.

Bis zur Klarstellung dieser Fragen ist daher für den Ingenieur die genaue Angabe der Formationsgrenzen der einzelnen hydrographischen Gebiete, soweit daselbst die in Rede stehenden Formationen in Frage treten mit Sicherheit nicht möglich. Glücklicherweise betrifft diese Unsicherheit keine allzu ausgebreiteten Gebiete, indem die Phyllite Noë's sich im Niederschlagsgebiete der Etsch auf folgende Stellen beschränken.

In der Mittelzone der Alpen.

1. Auf einen breiten Streifen vom linken Ufer des Schnalser-Thales an, welcher nach Nordosten sich hinziehend, das obere Passer-Thal schneidet und über Sterzing und den Brenner-Pass das Etsch-Gebiet verlässt.

2. Auf eine Zone am linken Ufer des Rienz-Gebietes, besonders des Ahren-Thales von Pfunders bis St. Peter.

3. Auf einen von West nach Ost sich hinziehenden Streifen zwischen Meran, der das obere Thal der Talfer und das Eisack-Thal zwischen Brixen und Klausen durchschneidet, das Enneberger Thal und das ganze linke Ufer der Rienz bis Toblach und das rechte Ufer der Drau von der Drau-Quelle bis Lienz beherrscht.

4. Auf einen Streifen im oberen Vintschgau, welcher sich vom Reschenscheideck am rechten Ufer des Etsch-Gebietes bis zum Stilfser-Joch erstreckt.

5. Auf ein kleines Gebiet beim Monte Tresero zwischen dem Stilfser-Joch und dem Tonale-Pass, welches jedoch bereits zumeist dem Gebiete der Adda angehört.

In der südlichen Kalk-Nebenzone der Alpen verzeichnet Noë keine Phyllite, indem die Schiefer um den Cima d'Asta-Stock und bei Recoaro als echte Glimmerschiefer angegeben erscheinen.

Wie lange sie sich als solche behaupten werden wird die Folge lehren.

Was die auf Noë's Karte eingezeichnete „Paläozoische Formation" (ohne Dyas), nämlich das Silur, Devon und Carbon anbelangt, so bilden in den Ost-Alpen Silur- und Carbonschichten (hauptsächlich dunkle Thon- und Kalkschiefer) in Verbindung mit manchen Phylliten, die auf älteren Karten als nördliche und südliche Grauwackenzone bezeichneten Gebiete zwischen dem mesozoischen Kalkgebirge und den Central-Alpen.

Nur in den nördlichen Alpen kann jedoch nach Noë von einer zusammenhängenden Zone paläozoischer Ablagerung gesprochen werden, die speciell in Osttirol und Salzburg eine ansehnlichere Breite gewinnt, ohne dass bis jetzt dortselbst eine annähernde Gliederung des ganzes Complexes durchgeführt worden wäre. Aus anderen Gebieten, so aus dem Gebiete der Enns, Mürz und Mur, liegen ganz neue Beobachtungen vor, welche darthun, dass ein grosser Theil der Grauwackengebilde zu den krystallinischen Schiefern als Gruppe der Quarzphyllite zu rechnen ist, welche in sehr mannigfacher Weise mit Gneissen und krystallinischen Schiefern wechsellagern und sich gegenseitig vertreten. Die übrigen Grauwacken-Ablagerungen bestehen aus Zügen von Silur- und Carbonschichten, die nach Osten bis in das Wechselgebiet reichen.

Da nach Noë die Untersuchungen der paläozoischen Ablagerungen in den Ost-Alpen noch lange nicht zum Abschlusse gebracht werden dürften, da ferner ein Widerstreit der Meinungen über die hieher gehörigen Fragen besteht, und die grosse Unsicherheit unserer Kenntnisse in benachbarten Gebieten bedeutende Schwieriegkeiten verursacht, so erschien es Noë nicht rathsam, die Trennung der drei genannten paläozoischen Formationen, nämlich des Silur, Devon und Carbon, auf seiner Uebersichtskarte vorzunehmen.

β) Die devonische Formation.

Ausser in der bekannten Grazer Bucht ist bisher die devonische Formation in den Alpen an keiner Stelle mit Sicherheit nachgewiesen worden, daher die Bezeichnung „Silur und Devon" in der Toula'schen Uebersichtskarte nur mit grosser Vorsicht aufzunehmen ist.

Nach neueren Untersuchungen sollen die Devonschichten am Aufbaue des Gebirges südlich vom Gail-Flusse in Kärnten Antheil nehmen, doch fällt dieser Theil nicht mehr in das von uns zu betrachtende Niederschlagsgebiet des Etsch-Flusses.

γ) Die Steinkohlen-Formation.

Die Steinkohlen-Formation nimmt zwar an der Zusammensetzung der südlichen Grauwackenzone, namentlich in den Gailthaler Schichten in Kärnten, einen hervorragenden Antheil, doch liegt dieses Gebiet ausserhalb des Etsch-Flusses.

In einzelnen kleineren Massen sollen im Gebiete der Centralkette der Alpen-Schichten der Steinkohlen-Formation den krystallinischen Schiefern auflagern, so erscheint in der Hauer-schen Uebersichtskarte ein Streifen dieser Formation angehörigen Kohlenkalkes längs der nordwestlichen Ecke des Etsch-Gebietes von Finstermünz bis nahezu zum Ortler, welcher namentlich beide Ufer des nördlichen Rammbach-Thales dominiert.

Weiters ostwärts in der von Sedimenten erfüllten Etsch-Bucht, dann in der Umgebung des Bozener Porphyrstockes fehlen auf der Hauer'schen Karte die Gebilde der Steinkohlen-Formation. Doch rechnet Benecke einige hier vorfindliche Thonschieferpartien, die auf der Hauer'schen Karte als Glimmerschiefer bezeichnet sind, ihr zu.

Manche Ablagerungen, die in früheren Zeiten zur Steinkohlen-Formation gezählt worden sind, haben sich jedoch theils als älteren paläozoischen Formationen, theils als der Dyas-Formation gehörig erwiesen und scheinen die Verhältnisse hierüber noch nicht aufgeklärt zu sein.

Weiter ostwärts in der Umgebung von Innichen und Sillian treten wieder Schichten der Kohlenformation auf, doch liegt diese Gegend nicht mehr im Etsch-Gebiete.

schweizer naturforschenden Gesellschaft, die Societé Geologique de France und die École des Mines in Paris, das R. Comitato geologico d'Italia, sowie mit Benützung von Untersuchungen von Baltzer, Bertrand, Bittner ecc. ecc. entworfen von Dr. Franz Noë. Wien. 1890. Verlag von E. Hölzl. — (Mit einer Erläuterung und einem Vorworte von E. Süss.)

In den geologischen Karten von Noë und Toula sind Ablagerungen der Steinkohlen-Formation im Etsch-Gebiete nicht verzeichnet.

δ) Dyas-Formation.

Die Trennung der Dyas- oder permischen Formation von der Steinkohlen-Formation ist wegen der grossen Aehnlichkeit der Flora und Fauna und der häufigen concordanten Lagerung der einen über der anderen oft sehr schwierig, so dass manche Geologen geneigt sind, sowohl das Rothliegende als den Zechstein, als höhere Glieder der Steinkohlen-Formation zu betrachten.

Andere zählen den Verrucano und den Grödener Sandstein bereits zur unteren Trias, wie dies beispielsweise auf der Hauer'schen Uebersichtskarte geschieht, in welcher die Dyas-Formation überhaupt nicht vorkommt.

Noë scheidet die Dyas-Formation der Alpen von den anderen paläozoischen Gebirgen (Silur, Devon und Carbon) mit Rücksicht auf ihre grosse stratigraphische Bedeutung ganz aus und behandelt sie gesondert.

Nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft kann man nach Hauer, Mojsisovics, Suess, Neumayr etc. die Dyas-Gebilde in Südtirol in zwei Hauptgruppen sondern. Die untere, ein ungefähres Aequivalent des Rothliegenden, ist durch die Porphyre, den Verrucano und den Grödener Sandstein gebildet, während die obere dem Zechstein des ausseralpinen Gebietes entsprechende Stufe aus dem Bellerophon-Kalke besteht.

Die Dyas-Formation findet sich sowohl in den Nord- als in den Süd-Alpen allgemein verbreitet und liegt zunächst über den Ablagerungen der älteren paläozoischen Formationen, wo diese aber fehlen, nicht selten auch direct auf den krystallinischen Gesteinen. Sie bildet einen zuweilen sehr mächtigen Schichtencomplex, der vorwiegend aus roth gefärbten Conglomeraten und Sandsteinen mit seltenen Einlagerungen von grau gefärbten Schiefern oder von Kalksteinen besteht. Häufig stehen diese Gebilde mit eruptiven Massen von Felsitporphyren in Verbindung, deren Tuffe und Conglomerate dann ebenfalls einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des ganzen Schichtencomplexes nehmen.

Was vorerst den Porphyr der Dyas-Formation anbelangt, so wurde bereits bei den eruptiven Gesteinen seiner erwähnt.

In der ganzen Ausdehnung der südlichen Kalk-Alpen, einschliesslich der Etsch-Bucht, lagern über den Phylitten permische Ablagerungen. Hieher gehört vor allem die mächtige und ausgedehnte Quarzporphyrplatte von Bozen. Die deckenförmige Lagerung ist allenthalben klar ausgesprochen. Gleich einer sedimentären Schicht nimmt der Porphyr an allen tektonischen Störungen theil.

Wo der Porphyr fehlt, tritt an seine Stelle eine Conglomeratmasse mit Geröllen von krystallinischen Schiefergesteinen, Porphyr und selten auch von älteren Kalksteinen auf. Quarzgerölle sind vorherrschend; die Porphyrgerölle finden sich nur in der Nähe der Porphyrgrenze zahlreich. Diese Porphyr- und Quarzconglomerate werden allgemein „Verrucano" genannt, welcher Name einer Localität in den Monti Pisani in Toscana entlehnt ist.

Nicht selten begegnet man in diesem „Verrucano" isolierte Stromenden des Porphyrs, welche häufig für Porphyrgänge gehalten wurden. In der Grenzregion zwischen Porphyr und Verrucano findet ein wechselseitiges Ineinandergreifen statt.

Die Färbung des Conglomerates ist in der Regel rothgrau, die der Sandsteine gelblichweiss bis roth.

Ueber dem Porphyr oder dem Verrucano folgt ein rother Sandstein in mässig starken Bänken, der sogenannte Grödener Sandstein.[1] Wo er den Porphyr überlagert, ist die Grenze nicht scharf. Der Porphyr wird gegen oben dünnplattig, löst sich in breiten Schalen ab und geht allmählich in leicht zu Grus zerfallende Conglomerate über. Dazwischen schieben sich dünne Steinbänke ein. Die Schichtflächen der höher liegenden Bänke sind häufig mit sogenannten Wellenschlageindrücken bedeckt und zeigen auch wohl undeutliche an Reptilfährten erinnernde Zeichnungen und Trocknungsrisse.

Von organischen Einschlüssen kannte man bis auf die neueste Zeit bloss verkohlte, schlecht erhaltene Pflanzenstengel und kleine, nicht abbauwürdige Kohlenflötzchen. Erst kürzlich entdeckte Gümbel in dem weissen Sandstein mit den Wellenschlägen, sowie in höher gelegenen lettigen Zwischenschichten an der Strasse von Neumarkt nach Mazzon im Etsch-Thale besser erhaltene Pflanzenreste, unter welchen er die charakteristischen Formen der Permflora von Fünfkirchen wiederfand.[2]

Nach diesen Bestimmungen scheint sich die oberpermische Flora von Fünfkirchen abwärts in den Grödener Sandstein fortzusetzen.

In Südtirol und im Friaul ist schliesslich noch ein wichtiges Glied der Dyas-Formation, nämlich die Bellerophon-Kalke zu erwähnen, dessen Kenntnis Stache[3], Mojsisovics[4], Hörnes[5] und Gümbel[6] zu verdanken ist. (Hauer.)

Die Bellerophon-Kalke bilden einen vorwaltend aus dunklen oft bituminösen Kalksteinen bestehenden Schichtencomplex, der in Südosttirol als ziemlich constantes Glied an der oberen Grenze der rothen Sandsteine gegen die unteren Trias-Gebilde auftritt. Zu unterst, unmittelbar über dem Grödener Sandstein, liegen gewöhnlich Gipse und Halbgipse, stellenweise auch Alabaster in Verbindung mit Thon, darüber kleinmaschige Rauhwacken, Zellenkalke und dunkle Dolomite, zu oberst fossilreiche, dunkle, häufig bituminöse Kalke (eigentlicher Bellerophon-Kalk).

Die Mächtigkeit dieser Unterabtheilungen ist eine sehr wechselnde.

Die weiteste Verbreitung haben die Gipse, welche in sonst bei Gipsen seltener Constanz das ganze Gebiet der Tiroler Kalk-Alpen durchziehen und noch weit nach Friaul hineinreichen. Nächst den Gipsen zeigen die Rauhwacken und schwarzen Dolomite eine bedeutende Ausdehnung. In Valsugana, dann bei Trient treten an Stelle der geschilderten Gesteine lichte, häufig polyedrisch-zerbröckelnde Kalke mit rothen Fasern und gelblicher Verwitterungsrinde auf.

Die Schichtgruppe des Bellerophon-Kalkes ist bisher mit dem sie überlagernden Werfener Schiefer zusammengefasst worden, bis Fossilien gefunden worden sind, welche die Zugehörigkeit des Bellerophon-Kalkes zur Dyas-Formation erwiesen haben.

Was die specielle Ausbreitung der permischen Formation im Etsch-Thale anbelangt, so finden wir dieselbe namentlich an drei Stellen; es ist dies als Umrandung des Südtiroler Porphyr-Plateaus, weiters im Vintschgau und endlich an der Rienz.

Im oberen Vintschgau finden wir permische Ablagerungen beiläufig in der Gegend des Reschenscheideck, weiters im

[1] Der Name stammt von Richthofen. Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St. Cassian und der Seisseralpe 1860.

[2] Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt 1877. — Die geognostische Durchforschung Bayerns; Festschrift der Münch. Akademie 1877.

[3] Verhandlungen der k. k. geolog. Reichs-Anstalt 1874 und 1876.

[4] Verhandlungen der k. k. geolog. Reichs-Anstalt 1874, pag. 321.

[5] Verhandlungen der k. k. geolog. Reichs-Anstalt 1874, pag. 347; 1875, pag. 266 und 1876, pag. 38.

[6] Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. Aus der Umgebung von Trient 1876. — Verhandlungen der k. k. geolog. Reichs-Anstalt 1877, pag. 23.

Quellgebiete des Ramm-Baches, schliesslich an beiden Ufern der Etsch von Mals bis Laas und im ganzen Gebiete des Trafoier-Baches bis zum Ortler.

Zwischen der Rienz und dem Eisack zieht sich ein schmaler Streifen permischer Gebirge vom Mittellaufe des Casari-Baches beginnend, quer über den Gader-Bach bei der Einmündung des Vigil-Baches in den letzteren, nördlich von Neu-Prags und südlich von Toblach. An der Wasserscheide zwischen Rienz und Drau wendet sich dieser Gebirgsstreifen bogenförmig nach Süden und reicht in das Gebiet des Piave-Flusses bis Aronzo.

Von Interesse für die Etsch-Regulierung, insbesondere für Trient, sind die permischen Ablagerungen, welche sich am linken Etsch-Ufer von Neumarkt bis Trient erstrecken.

Diese erscheinen von M. Vacek eingehend beschrieben[1], daher das Nachfolgende dieser Beschreibung entnommen erscheint.

Verquert man, von der Glimmerschiefer-Basis in Valsugana ausgehend, die Sedimentfolge nach Westen gegen das Etsch-Thal, so findet man zunächst die nördlich von Roncegno so mächtig entwickelten Verrucano-Conglomerate in der Gegend von Pergine nur durch eine wenig mächtige und sich von der Unterlage nicht scharf abhebende Bank vertreten, die insoferne auch in ihrer Beschaffenheit von den grossen Conglomeratmassen des Valsugana abweicht, als die Quarzgerölle stark zurücktreten, dagegen aber die Glimmerschiefer-Gerölle dominieren.

Die nun folgende Porphyrdecke fängt nun gewöhnlich mit grösseren Tuffmassen an und hört nach oben mit ebensolchen auf.

Letztere bilden durch Aufnahme und allmähliches Ueberwiegen von sandigem Materiale den Uebergang zur nächsten Gruppe des Grödener Sandsteines. Die Porphyrdecke keilt gegen Süd in der Gegend des Fersina-Baches vollständig aus, denn sie fehlt, ebenso wie bei Centa und Vigolo-Vattaro auch auf der Höhe des Ueberganges von Pante nach Roncegno, wo bei der kleinen Capelle die inselartig emportauchende Glimmerschiefer-Unterlage unmittelbar von Bildungen des Werfener Horizontes überlagert wird.

Dagegen findet sich südöstlich von Trient auf dem Abhange von Pante, ein ziemlich mächtiges Tufflager, welches sich zwischen die auch hier in einer kleinen Insel zum Vorscheine kommenden Glimmerschiefer-Basis und den Werfener Horizont einschiebt. Die obersten Lagen dieser Tuffmasse enthalten eine Menge Porphyrgerölle und erhalten dadurch ein conglomeratartiges Aussehen.

Das Auftreten von Porphyrgeröllen zeigt, dass die Tuffe südlich von Trient jünger sind als der Porphyrerguss und wahrscheinlich ein letzter Ausläufer der über der Porphyrdecke auftretenden Tuffmassen.

Die Conglomeratlagen könnte man als Aequivalent des Grödener Sandsteines auffassen, der sonst südlich und östlich von Trient fehlt. Dagegen treten auf dem Abhange zwischen Trient und Lavis in dem Aufrisse des Val Stauvan und bei Gardolo-Dimezzo unmittelbar über der Porphyrunterlage dickbankige, grobe, lichtgraue Sandsteine auf, welche eine Menge kleine Kohlenschmitzen, hie und da auch sehr schlecht erhaltene Pflanzenreste führen.

Nördlich von Lavis in der Gegend von Ville di sopra sind es roth und braun gefärbte sandige Schiefer und Sandsteine, die unmittelbar über dem Porphyr aufruhen und von einer stellenweise nur wenige Meter mächtigen Lage eines im frischen Bruche dunkelgrauen, bei Verwitterung dunkelbraunen, stellenweise sandigen Kalkes überlagert werden, welcher eine Menge Nester von Baryt enthält und an sehr vielen Stellen Kupfer-Ausblühungen zeigt. Diese Kalkeinlagerung lässt sich bis in die Gegend von Pressano bei Lavis verfolgen und scheint eine mit den sogenannten Schwazer Kalken sehr nahe verwandte Bildung zu sein. Dieselbe wird bei Ville di sopra von einer starken Conglomeratbank überlagert, welche die Basis des nun folgenden Werfener Horizontes bildet.

Nach der Detailkarte der geologischen Reichsanstalt des Blattes Trient erstreckt sich der Grödener Sandstein am linken Etsch-Ufer in einem schmalen Streifen um die Monte Corona (1032 *m*) östlich und südlich von Faëdo (östlich von St. Michele) über Ville nach Pressano nördlich des Ortes Lavis bis zur Eisenbahnstation Lavis und unterlagert den Bellerophon-Kalk, der sich parallel zum Grödener Sandstein beiläufig in der halben Breite hinzieht.

Auf den Bellerophon folgt erst der Werfener Horizont, also das unterste Glied der Trias-Formation.

Oestlich von Lavis und Gardolo zwischen Vigo Meano und Monte Vaccino lagert wieder in grösserer Ausdehnung der Grödener Sandstein der Porphyrdecke auf. Auf ihm lagert der Bellerophon-Kalk und auf diesem gipfeln fünf Kuppen Werfener Schiefers.

Südöstlich von Trient und westlich vom Lago di Caldonazzo umzieht die Bergkette ein Streifen Bellerophon-Kalkes, der auf Grödener Sandstein, beziehungsweise seinem Aequivalent auflagert und ober welchem wieder der Werfener Horizont beginnt, der nebst einer Lage Muschelkalkes die Grundlage der dolomitischen Massen der Berge von Maranza, Scanuppio und Lavarone bildet.

III. Die mesozoischen Gebirge.

Die Gebirge der mesozoischen Formation sind am Südrande der Westalpen gar nicht vertreten, sondern beginnen am Ostrande des Lago maggiore und erstrecken sich unter der krystallinischen Mittelzone immer breiter werdend bis zum Garda-See, füllen die ganze Bucht zwischen dem Ostrande des Adamello-Stockes und dem Westrande des Südtiroler Porphyr-Plateaus, das ist die Etsch-Bucht, vollkommen aus und ziehen sodann südlich des Porphyr-Plateaus nach Osten.

Unter die mesozoischen Formationen zählt man die Trias-, Jura- und Kreide-Formation. Alle diese Formationen sind im Etsch-Gebiete, namentlich aber in der Etsch-Bucht reichlich vertreten.

α) Die Trias-Formation.

Im Etsch-Gebiete, und zwar in der südliehen Kalkzone der Alpen, nehmen Gesteine der Trias-Formation in weiter Verbreitung und ausserordentlicher Mächtigkeit an der Zusammensetzung der Gebirge Antheil. Sie bilden die weitaus überwiegende Masse aller dort überhaupt vorkommenden Gebirgsarten.

A. Die untere Trias der Alpen.

Diese besteht in zwei Stufen und zwar, in die Werfener Schiefer und Guttensteiner Kalke einerseits und den alpinen Muschelkalk anderseits.

1. Werfener Schiefer und Guttensteiner Kalke. Die Werfener Schiefer sind rothe oder grünliche, schieferige Sandsteine mit einer grossen Menge von Glimmerblättchen. Sie entsprechen im allgemeinen dem alpinen Buntsandstein. Der Name stammt von dem Orte Werfen an der Salzach, wo diese Schichten besonders mächtig entwickelt sind. Sie wechsellagern häufig mit dunkeln Kalken, die nach ihrem stärksten Vorkommen bei Guttenstein in Niederösterreich ihren Namen haben.[1]

[1] M. Vacek: Vorlage der geologischen Karte der Umgebung von Trient. Verhandlungen der geologischen Reichs-Anstalt 1881.

[1] Hauer.

Die Werfener Schichten sind der unterste Horizont der Trias und es kommt ihnen sowohl in tektonischer Hinsicht, als auch mit Rücksicht auf Gipsbaue, Salzlager und Quellen eine grosse Bedeutung zu.[1]

Die Grenze gegen den Bellerophon ist keine scharfe, sondern es vollzieht sich der Uebergang oft durch Wechsellagerung. Sie bilden den chorologisch constantesten Trias-Horizont der Alpen und sind deshalb für die Orientierung von grossem Werte.[2]

Im südöstlichen Tirol herrschen hier feste, graue und braune Mergel, Mergelkalke, plattige Kalke und Dolomite vor.

In der Etsch-Bucht finden wir die Werfener Schiefer zunächst am rechten Etsch-Ufer als westliche Umrandung des Quarzporphyr-Plateaus zwischen Meran und Kaltern und von Meran bis Cles am Noce-Flusse.

Von Neumarkt an befinden sich die Werfener Schiefer zumeist am linken Etsch-Ufer bis Trient. Sie bilden einen schmalen Streifen am Westrand des Porphyrs von Neumarkt, über Salurn, St. Michele, bis Pressano oberhalb Lavis, wo sie von einem Streifen unteren Muschelkalkes überlagert sind. Ausserdem bilden sie einige Kuppen nördlich von Gardolo bei Vigo Meano und Monte Vaccino, erstrecken sich im Bogen zwischen Trient und dem Caldonazzo-See, wie sie auf Bellerophon aufliegen und vom unteren Muschelkalk überlagert sind.

Südwestlich von Trient bei Ravina befindet sich ebenfalls ein Aufbruch von Werfener Schichten, welcher von unterem Muschelkalk überlagert ist.

Eine weitere mächtige Ausdehnung finden die Werfener Schichten in der sedimentären Trias-Mulde von Predazzo im Avisio-Gebiete und im grossen triadischen Becken zwischen dem Ostrande des Südtiroler Porphyr-Plateaus und der Piave, welches sich nach Osten weiter fortsetzt. In weitem Bogen ziehen sich hier die Werfener Schichten in einem schmalen Streifen vom Bellerophon-Kalk, dem Grödener Sandstein und der Porphyrdecke stets unterlagert von der Marmolata, der Rosengarten-Gruppe und dem Schlern nach Nordosten am Rande des das Grödener Thal durchziehenden Porphyres quer über den Gader-Bach, den Pragser-Bach und die Rienz ober Toblach. Von dort wenden sich die Werfener Schiefer nach Südosten gegen Aronzo, verlassen also das Gebiet des Etsch-Flusses, daher wir sie nicht weiter verfolgen.

Ebenso bilden sie einen kreisförmigen Ring in der Mulde von Predazzo zwischen Cavalese und der Marmolata, der von Tresero und Cavalese beginnt, über das Sattel-Joch (2137 *m*), Ober-Eggenthal, Costalunga, Moena und Malgola wieder nach Tresero zurückkehrt, fast überall vom Bellerophon-Kalk, Grödener Sandstein und Porphyr mit grosser Regelmässigkeit unterlagert und den weiteren Formationen der Trias-Schichte, insbesondere dem unteren und oberen Muschelkalk zur Unterlage dienend.

Einzelne Aufschlüsse der Werfener Schichten finden sich noch zwischen Bozen und Cavalese am Oberkirchberg (1475 *m*) bei Deutschnofen, am Schönrast und Grimm-Joch, am Veronza auf der Strasse von Neumarkt nach Cavalese und vielen anderen Stellen.

2. Der alpine Muschel-Kalk. Diese Schichten bestehen aus dunklen, mitunter auch hellen, ja selbst rothen, kalkigen und dolomitischen Gesteinen, welche ungefähr äquivalent dem deutschen Muschelkalke sind. Die immerhin bedeutenden Unterschiede dieser alpinen Bildungen sind besonders von Mojsisovics klargestellt worden.

[1] Mojsisovics: Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Wien 1879.

[2] Noë: geol. Karte.

Das verbreitetste Gestein des alpinen Muschelkalkes sind schwarze, deutlich geschichtete, oft Hornstein führende Kalke, welche nach dem Vigloria-Pass in Vorarlberg den Namen Vigloria-Kalke erhalten haben.

Nach der deutlichen Verschiedenheit der Fauna unterscheidet man den Recoaro-Kalk oder Brachiopoden-Kalk, welchen Mojsisovics auch den „unteren Muschelkalk“ nennt, und den Reiflinger-Kalk oder Cephalopoden-Kalk, von Mojsisovics der „obere Muschelkalk“ genannt.

Der alpine Muschelkalk ist den früher erwähnten Werfener Schichten beinahe regelmässig überlagert, findet sich daher sowohl in Predazzo als am linken Etsch-Ufer von Salurn abwärts, insbesondere bei Salurn, St. Michele, Pressano, um den Monte Chegol südlich von Trient bis Villazano und St. Rocco, bei Ravina u. s. w.

B. Die obere Trias.

Die Kalke und Dolomite der oberen Trias folgen über den Schichten der unteren Trias in einer Mächtigkeit bis zu 1000 *m* und bilden die riesigen, wildzerrissenen Berghäupter der Südtiroler Dolomiten-Region.

Die Eintheilung der Schichten dieser Formation ist noch strittig und wird hier diejenige von Mojsisovics beibehalten.

Mojsisovics theilt die mediterrane Trias-Provinz, welche uns ausschliesslich angeht, da die „juvavische“ Provinz der Nord-Kalkalpen ausserhalb des Etsch-Gebietes liegt, folgendermaassen ein:

Mediterrane Provinz.

Bezeichnung der Stufen	Vorherrschende Facies-Gebilde		
Rhätische Stufe	Kössener Schichten, Dachstein-Kalk		
Karnische Stufe	Haupt-Dolomit, Dachstein-Kalk		
	Raibler Schichten		
	Cassianer Schichten	Kalk- und Dolomit-Riffe	
Norische Stufe	Wengener Schichten (Esino)		Partnach-Schichten
	Buchensteiner Schichten		
Muschelkalk	Vigloria-Kalk		
	Recoaro-Kalk etc.		
Buntsandstein	Werfener Schichten		

Da wir den Buntsandstein und den Muschelkalk bereits besprochen haben, haben wir noch die norische, karnische und rhätische Stufe zu erörtern.

a) Die Buchensteiner Schichten. In ihrer typischen Entwicklung im Südtiroler Etsch-Gebiete bestehen dieselben aus zwei mit einander durch Wechsellagerung verbundenen Facies-Gebilden. Das eine ist ein grauer dünnplattiger Knollenkalk mit Hornsteinausscheidungen, das andere ist ein dunkler, ebenflächiger, thonreicher, in dünnen Blättern spaltbarer Bänderkalk, welcher Hornstein meist lagenweise, seltener linsenförmig enthält.[1]

Hier beginnt bereits der in der Trias-Formation hervortretende Unterschied zwischen sedimentären Formationen bestimmter

[1] Mojsisovics: Dolomitriffe Südtirols.

Horizonte und oft ungeheuer grossen, ungeschichteten Dolomit-Massen, welche in neuerer Zeit als Korallenriffe erkannt worden sind.

Während die wohlgeschichteten Abarten sich in der Regel verhältnismässig gleichartig ausbreiten, sind es die ungeschichteten Vorkommnisse, welche die grössten Unregelmässigkeiten zeigen, an der einen Stelle auskeilen, an der anderen einsetzen und sofort zu ausserordentlicher Mächtigkeit anschwellen. (Neumayr.)[1]

In keinem Gebiete der Ost-Alpen finden sich diese interessanten Verhältnisse in schärferer Weise und in grossartigerem Maasstabe entwickelt, als in der sogenannten Dolomitregion der Süd-Alpen, die sich im Osten des Etsch- und Eisack-Thales und im Süden des Pusterthales ausbreitet.

Ueber die bekannte landschaftliche Grossartigkeit und den tektonischen Bau dieser Gebirge soll an einer anderen Stelle gesprochen werden.

Von der unteren Grenze des Muschelkalkes bis zur oberen Gruppe der Trias, speciell einschliesslich der Cassianer Schichten, kann jedes einzelne Niveau in Form reicher Schiefer, Mergel und Sandsteine, oder riesig mächtiger Kalk- und Dolomit-Massen ausgebildet sein.

b) Die Wengener Schichten. Ursprünglich wurden unter der Bezeichnung „Wengener Schichten“ nur die schwarzen, dünnblätterigen Daonellen-Schiefer von Wengen verstanden. Mojsisovics fasst aber den ganzen Complex sehr verschiedener Gesteine, welcher zwischen den Buchensteiner und St. Cassianer Schichten liegt, als Einheit auf. Die typischen Daonellenschiefer sind nach Mojsisovics nur ein untergeordneter, räumlich beschränkter Bestandtheil, während die verbreitetste und mächtigste Gesteinsart dieser in Südtirol sehr mächtigen Gruppe ein dunkler, mit thonigen und mergligen Schiefern alternierender Sandstein ist, dessen Gesteinsmaterial vorwiegend aus vulcanischem Detritus besteht.

Eine charakteristische Facies findet sich in der Umgebung der grossen Kalk- und Dolomitriffe. Graue und graubraune zähe Kalke, oolitische Kalke und Kalkschiefer greifen von den Riffen her in die Sandsteine und Schiefer und verlieren sich allmählich in denselben.

c) Cassianer Schichten. Sie bestehen aus grauen und graubraunen Kalkmergeln, Kalken und oolitischen Gesteinen, welche mit einer grossen Mannigfaltigkeit des thierischen Lebens besonders zwischen St. Cassian und Buchenstein vorkommen.

Sowohl der Wengener, als der Cassianer Horizont sind in grossem Maasse dolomitisch ausgebildet, und wenn auch die Gebiete, in welchen dies für das eine oder andere Niveau stattfindet, nicht ganz zusammenfallen, so ist dies doch auf weite Strecken der Fall; und dann bilden sie auch einen untrennbaren Complex, den oberen Dolomit, welcher den unteren an Mächtigkeit übertrifft und zu einer Decke von 1000 *m* anschwillt. Der Schlern, Langkofel, Plattkofel und eine Menge anderer Bergriesen sind aus dieser Masse aufgebaut, in welcher der Hauptantheil gewöhnlich dem Wengener Dolomite zugehört, während der Cassianer Dolomit nur in einigen vorgeschobenen Partien enorme Mächtigkeit erreicht. Die gleichzeitigen weichen, aus mechanischen Sedimenten gebildeten Ablagerungen sind die häufig sehr versteinerungsreichen Wengener Tuffe, Schiefer und Cassianer Mergel. (Neumayr.)

Die ursprüngliche Form derartiger Riffe würde eine 1000 *m* hohe, über mehrere Quadratmeilen reichende, an den Rändern steil abfallende Tafel sein, wenn nicht durch Denudation, jene wilden und gigantischen Formen entstanden wären, welche den Dolomiten heute eigen sind.

d) Die Raibler Schichten. Die Gesteine dieser Schichte sind in Südtirol in der Regel mergliger, seltener schieferiger oder kalkiger Natur. Im südöstlichen Tirol herrschen rothe, oolitische eisenschüssige Kalke, rothe und violette Thone, weisse und rothe Sandsteine vor (Schlernplateau-Schichten).

Sehr häufig sind die Raibler Schichten von Gipsen oder Rauhwacken begleitet. Nicht selten ist der Complex der mergligen Schichten durch eine zwischengelagerte, grössere oder geringere Masse lichten pelagischen Kalkes (Riff-Facies) getheilt.

e) Haupt-Dolomit, Dachstein-Kalk. Ueber den Raibler Schichten, oder auch unmittelbar über den kalkigen Gebilden der oberen Trias bauen sich in vielen Theilen der Alpen mächtige Massen von Kalkstein oder Dolomit auf. Die versteinerungsleeren Dolomite dieser Schichtgruppe hat man Haupt-Dolomit, die Kalksteine, insbesondere dort, wo sie durch die grossen Megalodonten charakterisiert werden, Dachstein-Kalk genannt.

Der Haupt-Dolomit ist in der Regel licht gefärbt, deutlich geschichtet, von feinkrystallinischem Gefüge. Er wird meist von unzähligen feinen Rissen und Klüften durchsetzt und zerfällt infolge dessen sehr leicht zu feinem Grus, welcher in mächtigen Halden den Fuss der aus ihm bestehenden Felsmassen umsäumt.

f) Dachstein-Kalk. Es sind dies lichte, meist wohlgeschichtete Kalksteine, die bald über dem Haupt-Dolomit liegen, bald auch diesen vertretend unmittelbar auf die Raibler Schichten folgen.

g) Die Kössener Schichten. Meist dunkelgefärbte Mergelschiefer mit Einlagerungen von Kalksteinen, die in den Alpen bald auf Haupt-Dolomit, bald auf Dachstein-Kalk liegen und nach oben unmittelbar von Lias-Gesteinen überlagert werden. Die Kössener Schichten sind sehr verbreitet, treten jedoch nur in sehr dünnen Lagen auf.[1]

C. Eruptiv-Gesteine der Trias.

In einigen Gegenden treten in Verbindung mit den Gesteinen der Trias eruptive Gesteine auf, die an der Zusammensetzung ganzer Gebirge Theil nehmen und deren Tuffe und Zerstörungsproducte das Material für die Sediment-Gesteine der Trias-Formation geliefert haben.

Im Etsch-Gebiete ist hier hauptsächlich die schon erwähnte Mulde von Predazzo, welche dem Avisio-Gebiete angehört, zu erwähnen, sowie das daran im Osten anschliessende Kalkgebirge zwischen Eisack und Drau.

Ueber das Gebiet von Predazzo entnehmen wir aus Ed. Reyer's vorzüglicher Studie[2] Nachstehendes:

Das Gebiet von Predazzo stellt eine Senkungs-Mulde dar. In dieser Mulde sind auf mehreren Längsverwerfungen Granite und Syenite emporgequollen. Der Granit wird von Syenit verdeckt und überströmt. Muschelkalk lagert sich am Rande an einigen Stellen des Senkungsgebietes ab; er enthält Einschaltungen von Syenittuff. Jüngere Porphyr- und Syenitmassen brechen durch den älteren Syenit. Ueber die Granitmassen des

[1] Dr. Melchior Neumayr: Erdgeschichte, Leipzig 1887, ein Ingenieuren sehr zu empfehlendes Werk.

[1] Literatur: Ueber Mendola-Dolomit und Schlern-Dolomit von Stur (Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellschaft).

Stur: Eine Excursion in der Umgebung von St. Cassian. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1868.

Gümbel: Das Mendel- und Schlern-Gebirge. Sitzungsberichte der k. bayrischen Akademie der Wissenschaften, 1873.

Mojsisovics: Die Ausdehnung und Structur der südtirolischen Dolomitstöcke. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften. Bd. LXXI.

[2] Predazzo. Studie von Ed. Reyer. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1881.

Mulat lagern sich Monzonit-Ergüsse. Sie gehen gegen oben und aussen in Andesit über und werden überdies von Andesit strömen überflossen. Die Andesite sind auf Querspalten aufgestiegen. Der Granit, welcher in den höheren Horizonten porphyrisch wird, erleidet spät noch Nachschübe und verquickt sich örtlich mit dem Andesit. Während die Eruptionen das Senkungsgebiet ausfüllen, bauen sich ringsum im weniger tiefen Meere die Sedimente auf. Sie greifen zum Schlusse der Eruptions-Epoche auf die Eruptivmassen des Senkungsgebietes hinüber und überkleiden dieselben zum Theil. Durch die Wärme der unterlagernden Eruptivgesteine werden sie zum Theil metamorphisiert.

Diese eruptiven Gesteine, welche zweifellos triadischen Alters sind und doch nahezu dieselbe Natur besitzen wie die älteren Eruptivgesteine, beweisen, dass auch die letzteren nicht als erstes Erstarrungsproduct der Erdkruste aufzufassen sind.

Der Monzonit, auch als Granit von Predazzo, Monzon-Syenit oder Augit-Syenit genannt, besteht aus Ortoklas, Plagioklas, Augit und Hornblende. Er tritt in grosser Verbreitung in der Umgebung von Predazzo auf und bildet ferner den weiter nordöstlich gelegenen Gebirgsstock des Monzoni; er durchsetzt in mächtigen Gängen die Gesteine bis hinauf zur oberen Trias. Wo er mit Kalksteinen in Berührung tritt, zeigt sich eine Contactzone von Marmor und mannigfachen Mineralien, wie Granat, Vesuvian, Gehlenit, Spinell u. s. w. in schönen Krystallen. [1]

Zunächst jünger ist der Turmalin-Granit, der aus Ortoklas in blassrothen Körnern, welche die Hauptmasse des Gesteines bilden, Plagioklas und Quarzkörnern besteht. Er tritt bei Predazzo gangförmig im Gebiete des Monzonits auf und bildet auch Decken über demselben.

Die grösste Verbreitung unter den Eruptivgesteinen Südtirols erlangen die Melaphyre und Augit-Porphyre.

Melaphyr besteht aus Plagioklas, Augit und Magnetit. Er kommt in grossen Massen bei Predazzo vor, überdies auch gangförmig im krystallinischen Thonschiefer bei Theiss nächst Klausen.

Augit-Porphyr unterscheidet sich von letzterem nur durch das Ueberwiegen der eingeschlossenen, grösseren Augit-Krystalle.

Die Augit-Porphyre und Melaphyre durchsetzen in mehreren mächtigen Gängen die Sediment- und älteren Eruptivgesteine, und breiten sich auch in Strömen und Decken über ältere Gesteine aus.

Das jüngste der triassischen Eruptivgesteine ist der Ortoklas-Porphyr. Es ist ein saueres Gestein mit Porphyr-Structur, in dessen dichter Grundmasse vorwaltend Ortoklas, dann Hornblende, Plagioklas und Biotit ausgeschieden sind.

Die mittlere und obere Trias, einschliesslich der Raibler Schichten finden wir im Etsch-Gebiete zuerst südlich vom Brenner am Tribillaun-Berg, wo er von weiteren Gliedern der Trias überlagert wird. Weiters folgen sie dem ganzen Zuge der Werfener Schiefer um den Südrand des Porphyrs nördlich von Cles und Fondo und am rechten Etsch-Ufer vom Ulten-Thal bis Mezzo-Tedesco. Am linken Etsch-Ufer finden wir sie von Neumarkt bis Nave St. Rocco.

Insbesondere finden wir in der Umgebung von Trient den Schlern-Dolomit von Neumarkt bis St. Michele, wo der Geiersberg (1080 *m*), Monte Alto, Monte Basso und Dos Merzalon aus Schlern-Dolomit bestehen, welcher von Muschel-Kalk, den Werfener Schichten und der Porphyrdecke regelrecht unterlagert ist.

[1] Hauer.

Zwischen St. Michele und Lavis ist der Gipfel der Monte Corona aus Schlern-Dolomit und bildet eines der schönsten Beispiele regelrechter Unterlagerung von Muschel-Kalk, Werfener Schiefer, Bellerophon-Kalk, Grödener Sandstein und Porphyr, welche besonders auf dem Fusswege von Verla über Palù und St. Valentino nach St. Michele am besten beobachtet werden kann.

Von Gardolo und Gardolodimezzo zieht sich nach Südosten über den Kalisberg (1096 *m*) bis Civezzano ein Streifen Haupt-Dolomit, der die Fersina überschreitet und sich am linken Fersina-Ufer gegen Pergine über den Monte Cimirlo nach Moretta erstreckt. Dort wendet er sich nach Westen in der Richtung gegen Trient nach Oltre-Castello, St. Agata (572 *m*) und erscheint noch am linken Fersina-Ufer oberhalb der Fersina-Brücke nach Povo (Pante).

Auch der obere Gipfel und der westliche Abhang des Monte Maranza zwischen Trient und dem Lago di Caldonazzo bis oberhalb Villazano und Matarello einschliesslich Valsorda ist aus Haupt-Dolomit gebildet, während der nordwestliche Abhang des Monte Maranza, insbesondere der Chegol (1470 *m*) und die Mazzola (1733 *m*) dem Schlern-Dolomit angehört.

St. Rocco südlich von Trient und der Monte Castelier bestehen aus Schlern-Dolomit, welcher sich bis Villa Trentini ober Matarello erstreckt und von unterem Muschel-Kalk bei Alpe Man, Werfener Schiefer, Bellerophon-Kalk und Grödener Sandstein schön unterlagert ist.

Südlich von Trient und zwar von Pante, die Strasse nach Villazano durchkreuzend bis zur Italiener-Reichsstrasse bei St. Bartolomeo finden wir Melaphyr, welcher weiters auch bei Povo auftritt.

Am rechten Etsch-Ufer endet der von Norden kommende Schlern-Dolomit bei Mezzotedesco und wird am linken Noce-Ufer im Val del Eisel von Daonellen-Schiefer überlagert. Am rechten Noce-Ufer von Mezzolombardo bis Zambana finden wir noch Schlern-Dolomit, welcher auch bei Vela und bei Ravina und Romagano, an letzteren Orten von Daonellen-Schiefer überlagert zutage tritt.

Vom Noce oberhalb Mezzolombardo über den Corno und Fransio nach Zambana und von da längs des rechten Etsch-Ufers nach Vela zieht sich ein Streifen Haupt-Dolomit, welcher oberhalb Ravina von Daonellen-Schiefer überlagert wird. Er bildet einen grossen Theil des Ostabhanges des Monte Bondone und wird von jurassischen Gebilden, namentlich grauem Lias-Kalk, Oolith, oberem Jura, sowie weiters von Scaglia und Eozän sehr regelmässig überlagert.

Der Haupt-Dolomit bildet die höchsten Spitzen der Wasserscheide des oberen Vintschgau gegen den Inn, insbesondere das oberste Gebiet des Münster-Thales und die Buffalora-Spitze bis zum Stilfser-Joch.

Zwischen der Etsch und dem Avisio überlagert der Haupt-Dolomit der unteren triassischen Gebirge von Fondo bis Mezzotedesco am rechten Etsch-Ufer.

Im allgemeinen füllt er die ganze Etsch-Bucht aus, wird zumeist von jurassischen und Kreideablagerungen stellenweise überlagert, tritt aber allenthalben in umfangreichen Gebieten zutage.

Insbesondere gehört der Monte Fibbion und überhaupt die Brenta-Gruppe zu den grossartigsten Vertretern des Dolomit-Gebirges.

Die zweite mächtige triassische Sedimentmulde im Etsch-Gebiete neben der jetzt beschriebenen Etsch-Bucht bildet die Mulde zwischen Eisack, Rienz und Piave, von welcher für die Etsch nur der nordwestliche Theil in Betracht kommt.

Der Innenrand dieser grossen Mulde von Agordo nach der Rosengarten-Gruppe, Campil, St. Vigil, Zwölferkofl, Aronzo

bis Pieve di Cadore ist in ziemlich regelmässiger Ueberlagerung von auf der Porphyrdecke aufruhendem Grödener Sandstein, Bellerophon-Kalk, Werfener Schiefer, oberem und unterem Muschelkalk, Wengener, Cassianer und Raibler Schichten nebst ihren Dolomiten gebildet, während das Innere der Mulde zumeist aus Dachsteinkalk gebildet ist, welcher ausnahmsweise an kleinen Stellen von Lias und Biancone überlagert wird.

Auf den besonderen Bau der einzelnen Gebirgsgruppen, welche von Mojsisovics in eingehendster Weise beschrieben sind, näher einzugehen, würde zu weit führen.

β) Die Jura-Formation.

Die Jura-Formation ist in unserem Gebiete ausser kleinen Verbreitungsorten in der sedimentären Mulde östlich des Bozener Porphyrplateaus, hauptsächlich nur in der Etsch-Bucht und zwar vornehmlich am rechten Etsch-Ufer vertreten, wo sie sich vom rechten Noce-Ufer bis in die italienische Tiefebene erstreckt. Am linken Etsch-Ufer finden wir die Jura-Formation nur bei Roveredo, wo ihr der Monte Pasubio und ein grosser Theil des Leno-Thales angehört.

Weiters finden sich Gesteine der Jura-Formation am linken Etsch-Ufer in den Lessinischen Alpen südlich von Ala bis Verona, somit bereits ausser den Grenzen unserer Monarchie.

I. Die Lias. Am Garda-See und nördlich davon in der Etsch-Bucht folgt über dem Hauptdolomiten der rhätischen (triassischen) Stufe erst ein meist petrefactenleerer Dolomit, dann mit letzterem durch Wechsellagerung verbunden in grosser Mächtigkeit ein grauer Kalkstein, welcher der untersten Jura-Stufe, nämlich der Lias-Formation angehört.

Diese grauen Kalke Südtirols sind Seichtwasserbildungen und stellen eine modificierte Fortsetzung der Facies des Dachsteinkalkes vor.

II. Der Dogger. An der unteren Etsch folgen über den Liaskalken in ansehnlicher Mächtigkeit gelbe Kalke und Oolithe, welche sich litologisch nur wenig von den lichten Liasgesteinen unterscheiden.

III. Der Malm. Hieher gehören roth gefärbte, sehr deutlich geschichtete und oft in grossen Platten brechende marmorartige Kalksteine, welche nach dem häufigen Einschlusse der Terebratula diphya Diphya-Kalke genannt werden.

Die weite und regelmässige, horizontale Verbreitung, die auffallende Färbung und der Reichthum an allerdings schlecht erhaltenen Ammoniten stempeln die oberjurassischen Ammoniten-Kalke der Süd-Alpen zu einem vorzüglichen Orientierungs-Horizonte.

Ihre Hauptverbreitung besitzen die Diphya-Kalke in den Jura-Gebieten der Südtiroler Alpen und im Westen und Süden vom Bozener Porphyrstocke.

Ausserdem kommen sie auch östlich vom Bozener Porphyrstock bei St. Cassian und Ampezzo vor.

In der Gegend von Trient finden wir von Civezzano bis Gardolo einen nach Nordwest verlaufenden Streifen grauen Lias-Kalkes, welcher von oberem Jura überlagert wird. Letzterer zieht sich noch von Nord nach Süd bis Trient. Oestlich von Trient findet sich der obere Jura in grosser Ausdehnung beim Convento, wo auch gute Steinbrüche sind.

Auch zwischen Trient und Pergine bei Celva ist ein Aufbruch desselben.

Graue Lias-Kalke sind nordöstlich von Trient bei Alle Laste, Monte Calmu, wo sie von Eozän überlagert werden und bei Celva.

Reichlich vertreten ist die Jura-Formation am rechten Etsch-Ufer, wo die ganzen Höhen zumeist aus Lias-Kalken, Oolithen und Diphya-Kalk bestehen.

So besteht die Rocca piana (1644 *m*) ober Mezzotedesco aus Oolith, welcher von Lias-Kalk unterlagert ist.

Der Monte Gaggio, westlich von Zambana, besteht aus Diphyakalk und wird gegen Osten von Oolith und Lias-Kalk unterlagert.

Der Monte Casale, Monte Carega, Monte Gaza, Monte Piano, Col del Castione, Monte Bondone bestehen aus Oolith, zumeist von Lias-Kalk unterlagert.

Eine schöne, regelmässige Schichtung zeigt insbesondere der Monte Bondone (2100 *m*), welcher noch vom oberen Jura und von Kreide überlagert wird.

Von grosser Bedeutung sind die jurassischen Kalke, namentlich die Dyphiaschichten in der Umgebung von Trient, Roveredo u. s. w., indem dieselben wegen ihrer vorzüglichen, marmorartigen Beschaffenheit zu Bau- und Werksteinen theils in der Gegend selbst zu allen Bauten verwendet, theils in grössere Entfernungen verführt werden, um als Trienter Marmor, geschliffen und poliert zu decorativen Zwecken zu dienen.

γ) Cretaceische Ablagerungen.

Die Kreide-Ablagerungen treffen wir im Etsch-Gebiete hauptsächlich nur in der Etsch-Bucht, wo sie sehr verbreitet vorkommen und auf jurassischen Gesteinen auflagern. Wir haben es hier mit zwei Stufen zu thun:

1. Die untere Kreide. Hiezu gehört in den Süd-Alpen der Etsch-Bucht der Biancone, ein aptychenführender, dichter, muschlig brechender lichter Kalk und Mergelkalk, ein Aequivalent der Aptychenschiefer und Rossfelderschichten der Nord-Alpen.

2. Die obere Kreide. Diese heisst in den Süd-Alpen „Scaglia“ und besteht aus lichten, oft aber röthlich gefärbten, mehr weniger kalkigen Mergelschiefern, die hauptsächlich durch zahlreiche Inoceramen charakterisiert sind. Ueberall, wo die Scaglia auftritt, bildet sie das oberste Glied der Kreideschichten.

In der Etsch-Bucht finden wir die Kreide-Formation zwischen Bozen und Trient nur am rechten Ufer der Etsch, von da ab bis Verona an beiden Ufern.

Besonders verbreitet ist die Kreide, insbesondere die Scaglia von Fondo bis Cles und Mezzotedesco längs des Noce und aus der Gegend oberhalb Mezzolombardo bis zum Lago di Molveno, wobei sie bei Andalo vom Biancone, oberem Jura und Lias-Kalk unterlagert ist.

Von Mezzolombardo bis Zambana zieht sich ebenfalls die Scaglia hin, bei der Ortschaft Faj, nördlich von Zambana von Scaglia und oberem Jurakalk unterlagert.

Südlich von Zambana zieht sich die Scaglia in einem nach Südwesten gerichteten Streifen zum Lago die Massenza und Lago di Toblino bei Vezzano, wobei der unterlagernde Biancone beiderseits zutage tritt.

Vom Monte die Terlago (757 *m*) verläuft die Scaglia in einem nach Süden gerichteten Streifen über den Monte Bondone bis südlich von Roveredo und nähert sich über Sopramonte bei Vela und Pie di Castello in Trient dem rechten Etsch-Ufer.

Am linken Etsch-Ufer finden wir die Scaglia nördlich von Trient, wo sie die Hauptmasse des Monte Calmu (745 *m*) bildet, sich über die Ortschaften Martignano, Tavernaro, Cognola bis zum Monte Celva nach Osten, sowie bis zur Italiener Reichsstrasse bei der Eisenbahnstation Trient erstreckt und beide Ufer der berühmten Fersina-Schlucht ober Trient bis Tavernaro bildet. Bei der genannten Eisenbahnstation ist diese Schichte durch Biancone und oberen Jura unterlagert.

IV. Känozoische Formationen.

In diesen Ablagerungen, den jüngsten der vier Schichtreihen unterscheiden sich die Gesteine von den Gebirgen der älteren Sedimentär-Formationen umsomehr, je jünger sie sind.

Statt der Thonschiefer und Schieferthone treten hier häufiger schon Thonablagerungen, statt Sandsteinen und Conglomeraten Schichten von Sand und Geröllen auf.

Die känozoischen Schichten werden in drei Unterabtheilungen getheilt, in die Eozän-, die Neogen- und in die Diluvial- und Alluvial-Formation.

α) Die Eozän-Formation.

Diese tritt im Etsch-Gebiete nur in der Etsch-Bucht auf und zwar lassen sich zwei Glieder unterscheiden, zu unterst Nummulitenkalk, darüber petrefactenführende Sandsteine.

Ausserdem treten in dieser Formation noch Basalte und Basalttuffe auf, welche Eruptionen aus der Eozänzeit entstammen.

Ein grösseres Becken der Nummuliten-Formation erstreckt sich von Fondo nach Cles und bis nördlich von Mezzolombardo, wo sie die bereits beschriebene Scaglia überlagert.

Am rechten Etsch-Ufer von Trient bis zum Lago di Garda finden sich zusammenhängende und ausgebreitete Eozän-Ablagerungen. Am linken Etsch-Ufer sind ausser kleinen Stellen nordöstlich von Trient bei Alle Laste und Monte Calmu und anderen kleinen Fundstellen die Eozän-Ablagerungen erst bei Verona, also ausserhalb des uns interessierenden Gebietes, zu finden.

β) Die Neogen-Formation.

In diese jungtertiäre Ablagerung gehören jene Sande, Sandsteine, Mergel, Thone und Kalksteine, welche den Alpen ringsum vorgelagert sind, stellenweise in der Form von Buchten und Fjorden in das Innere der Alpen eindringen, oder kleinere Becken desselben ausfüllen.

Im Etsch-Gebiete, im Bereiche der österreichisch-ungarischen Monarchie, kommen diese Schichten nahezu gar nicht vor, daher ihnen keine weitere Beachtung geschenkt werden soll.

γ) Diluvium.

Die Verbreitung des Diluviums kann auf einer geologischen Karte kaum richtig angegeben werden, weil sich die Ablagerungen der Diluvialzeit über den grössten Theil der Alpen erstreckten und fast überall die Unterlage des fruchtbaren Bodens bilden.

Es unterliegt nach den neuesten Forschungen der Glacial-Geologen keinem Zweifel, dass alle tief ins Gebirge dringenden Alpenthäler zur Diluvialzeit von mächtigen Gletschern durchzogen wurden, welche bis über 1000 *m* hoch sich über die Thalsohle erhoben und weit in das Vorland der Alpen vordrangen. Es ist auch vollkommen sichergestellt, dass vom Brenner-Pass herab der gewaltige Eisack-Gletscher aus den Firnmulden herabströmte und sich über 1000 *m* hoch über dem Bozener Thalboden erhebend, das untere Etsch-Thal durchzog und seine Endmoränen bogenförmig am Ausgange in die italienische Tiefebene ablagerte. Mit ihm haben sich zweifellos die Gletscherströme vereinigt, welche das obere Etsch-Thal, sowie sämmtliche Thäler der Seitenzuflüsse durchströmten, so dass nur die höchsten Erhebungen der Alpen und die niedrigeren Vorgebirge der Vereisung nicht unterlegen waren, wobei es sich oft ereignete, dass die Gletscher sich nicht strenge an die jetzt bestehenden Thalrichtungen hielten, sondern bestehende niedere Einsattelungen benützten, um Ausläufer in andere Thäler zu entsenden. Da es sich hier nur um die räumliche Ausbreitung der Diluvial-Formation handelt, so mag nur erwähnt werden, dass allerorten im Etsch-Gebiete echte Glacial-Ablagerungen und zwar sowohl oberer, als unterer Glacialschotter, wie auch Grund- und Rand-Moränenmaterial bis zu Höhen von einigen hunderten Meter vorhanden sind.

Da es sich hier nur um eine kurze, übersichtliche Darstellung der wichtigsten Momente handeln kann, folgen wir den treffenden Ausführungen der Professoren Dr. Lepsius[1] und Dr. Penck,[2] welche eine solche in der erwünschten Kürze enthalten.

Am Südufer des Garda-Sees, ferner im Sarca- und Etsch-Thale sind allenthalben Moränen, Gletscherschliffe und erratische Blöcke bekannt geworden, wenn auch manchmal in der Deutung dieser Phänomene ein Irrthum unterlaufen ist, und sehr typische Bergsturztrümmer, wie die Lavini di Marco bei Roveredo für Endmoränen erklärt worden sind.[3]

Als sehr deutliche Wälle liegen am Garda-See unweit Torbole an den Gehängen des Monte Baldo die alten Ufermoränen oberhalb Casino, anzeigend, dass der gewaltige Etsch-Gletscher bei seinem Austritt aus dem Gebirge bis zu Höhen von fast 1300 *m* reichte. Demgegenüber erscheinen die alten Gletschermarken im Inneren des Gebirges nach der Meinung Professor Penck's nicht sehr hoch. An den Flanken der Muth-Spitze bei Meran sah derselbe die obersten erratischen Blöcke in einer Höhe von 1500 *m* und im Passaier-Thal beim Aufstieg auf den Jaufen-Pass sollen sich in einem Niveau von 1700 *m* die obersten fremden Blöcke verlieren. Ein Ueberfluten dieses Passes durch die eiszeitlichen Gletscher, ähnlich, wie in den nördlichen Kalkalpen, soll hier nicht stattgehabt haben.

Besonders auffällig ist schliesslich, dass selbst nahe den heutigen Gletschern die Spuren der früheren nicht besonders namhaft ansteigen; an den Gehängen des Hühnerspiels und des Geierskragens, unweit Gossensass, sah Professor Penck nirgends erratische Blöcke und Moränen höher als 1800 *m*, so dass das Niveau des Eises vom Garda-See an bis an den Hauptkamm der Alpen, also auf eine Strecke von 140 *km* Luftlinie, nur um 500 *m* angestiegen ist, es hatte also ein Gefäll von nur 3·5‰.

Dieses Gefäll verdient allerdings noch eine nähere Untersuchung, indem ein anderer Beobachter von hervorragendster Autorität, nämlich E. v. Mojsisovics[4], in Gröden Blöcke des Brixener Granites und krystallinische Schiefer im Knetschener Thale aufwärts bis zu dem 2000 *m* hohen Joche zwischen Raschätz und Sotchioda und im Hauptthale oberhalb St. Ulrich fand.

In der Pofelser Schlucht sah Mojsisovics Granit- und Porphyrblöcke im Gebiete des Werfener Schiefers. Im nordwestlichen Theile der Seisser-Alpe traf er Granitblöcke auf dem Wege von Seiss zum Fromm-Bach in der Höhe von 1800 *m*. Zahlreiche Blöcke von Gesteinen der Central-Alpen begleiten sodann den Westfuss des Schlern und des Rosengarten, wo sie bis zum Caressa-Passe in Höhen von 1700 bis 1800 *m* zu verfolgen sind. Die Fortsetzung dieser Grenzlinie umzieht hierauf den Latemar-Stock und läuft über den Sattel (2000 *m*) zwischen Joch Grimm und Schwarzhorn in das Trudenthal.

Mojsisovics nimmt an, dass eine Gletschermasse, welche zur Zeit ihrer grössten Mächtigkeit in der Dicke von 1600 bis 1700 *m* über dem Boden von Bozen hinwegzog und bis in die oberitalienische Ebene hinausreichte, nicht plötzlich verschwand, sondern nur allmählich in horizontaler und verticaler Richtung verringert wurde. Diese Erwägung lehre nun, dass dem allmählichen Niedergange der Gletschermasse Moränenablagerungen in stets tieferem Niveau entsprechen müssen. Je

[1] Dr. Albrecht Penck: Der Brenner. Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines 1887.

[2] Franz Suda: Die Lavini di Marco im Etsch-Thal. Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines 1886.

[3] Dr. Richard Lepsius: „Das westliche Südtirol." Berlin 1887.

[4] Mojsisovics: Die Dolomitriffe Südtirols und Venetiens.

tiefer nun die Hauptmasse sank, desto grössere Selbständigkeit konnten die localen Zuflussgletscher erlangen.

Ueber die Umgebung von Bozen liegen wichtige Vorstudien von Vinc. Gredler vor.[1]

Nach Mojsisovics sind die auf den höheren Plateaus bei Bozen gelegenen Moränenreste dem alten Eisack-Gletscher zuzuschreiben.

Vermöge des zähen, bindigen Cementes, welcher diesen Moränen eigenthümlich ist, zeigt sich allenthalben, wo Entblössung vorhanden ist, die wohlbekannte Erscheinung der sogenannten Erdpyramiden.

Die letzteren bilden sich[2] durch Verwitterung und Abschwemmung der Massen eines lockeren Conglomerates, an dessen Zusammensetzung kleinere Gerölle und grössere Blöcke theilnehmen; das weichere aus kleineren Geröllen bestehende Materiale wird durch den Regen entfernt, die grossen Felsblöcke dagegen wirken schützend auf die unter ihnen liegenden Gesteinsmassen; kegelförmige Partien derselben bleiben von der Abtragung verschont und die Spitze einer jeden derselben wird gekrönt von dem Gesteinsblock, der die Veranlassung zur ganzen Bildung gegeben hatte.

In der Umgebung von Gossensass im Pflersch- und Eisack-Thal sind die Glacialspuren äusserst reichlich ausgebildet. Wie terrassiert erscheinen vielfach die Berghänge, treppenförmig steigt das Hühnerspiel oberhalb Hochwinden zwischen 1400 und 1500 *m* an, eine jede Abstufung aber erweist sich als eine Ufermoräne, als ein ehemaliger Saum des Eises.[3]

Alte Ufermoränen umschlingen das Becken von Gossensass und prägen sich an den Bergflanken als drei besonders hervortretende alte Gletscherufer aus. In 1300 *m* Höhe tritt ein Moränenzug auf, bei der Station Schelleberg ein zweiter, während Gossensass selbst auf einer dritten Ufermoräne liegt, welche sich unterhalb des Dorfes quer über das Thal zieht.

Diese Moräne bezeichnete nach Penck das letzte Stadium der Eiszeit, während dessen das Pflersch-Thal einen Gletscher barg, der schon bei Gossensass endete. Die ihm entströmenden Wässer schütteten die weiter unterhalb gelegenen Partien des Thales zwischen Strassberg und Sterzing an.

Aus dem Etsch-Thal hat Gümbel viele Punkte genannt, bei Meran und bei Bozen, Punkte, welche leicht zu erreichen sind, und die Felsen des Quarzporphyrs blank poliert, gekritzt und rundgeschliffen erweisen. Der Mittelberg, der Matschatsch und die anderen umliegenden Porphyrberge der Kalterer Terrasse tragen reichlich das Gepräge der Gletscherbewegung.

Der Gletscherschliff wird hervorgerufen durch die Bewegung der thalwärts rutschenden Eismassen. Von dem Schutt, welcher von den Thalwänden und den Bergen herabfällt auf die Oberfläche der Gletscher, gleitet viel Material durch die Spalten hinab in das Bett des Eisstromes. Hier eingezwängt zwischen Fels und Eis und zugleich thalwärts bewegt vom Gletscher, werden die Steine des Schuttes theils abgerundet, theils mit Kritzen bedeckt, welche unregelmässig sich kreuzen nach allen Richtungen, theils zermalmt und zerrieben werden zu feinem Schlamm und Sand.

Mittelst dieses Schleifpulvers poliert und ritzt der Gletscher die Felsen seines Bettes; zugleich gibt er ihnen die rundbucklige Form der „Rundhöcker" oder „roches moutonnées" genannt, welche eigentliche Relief-Form, die bald in grösserem, bald in kleinerem Maasstabe ausgebildet ist, ein bezeichnendes Merkmal der Eiszeit bildet. Bald ist nur ein beschränktes Gletscherbett mit einer Menge sanft gerundeter Erhabenheit bedeckt, zwischen denen muldenförmige Vertiefungen liegen, bald sind die gesammten Berge rings um im Thal bis zu einer gewissen Höhe in dieser Weise modelliert.[1]

In der Gegend von Meran ist diese Gestaltung so bezeichnend, dass aus den Bergformen mit ziemlicher Genauigkeit die Höhe angegeben werden kann, bis zu welcher die Eismassen sich erhoben haben.

Die scharfen Kritzen von verschiedener Tiefe laufen stets parallel mit der Thalrichtung; oft durchkreuzen sich die scharf gezeichneten Linien, aber nur in spitzen Winkeln, sämmtlich thalabwärts gerichtet.

Diese Gletscherschliffe sind auf Porphyr, Granit und anderen harten Gesteinen sehr gut erhalten; auf anderen, weichen Gesteinen sind sie wegen der seit dem Rückgang der Gletscher eingetretenen Verwitterung kaum oder gar nicht bemerkbar. Dr. Lepsius sah Kalkfelsen oder Sandstein niemals gekritzt, Dolomit nur selten.

Die erratischen Blöcke haben zum Theile länger der Verwitterung widerstanden als Gletscherschliff und Schutt; sie sind zerstreut in alle Thäler und hoch hinauf in alle Berge. Besonders der Tonalit ist durch die Gletscher über das ganze Gebirge verbreitet worden; seine Festigkeit bewahrte ihn am längsten vor der Zerstörung durch die Atmosphärilien. Noch mehr räumen jetzt die Menschen unter den erratischen Blöcken auf; speciell die Bewohner der Kalk- und Dolomit-Thäler verwenden die Tonalit-Blöcke für ihre Bauten, als Thür- und Fensterpfosten, Schwellen etc. Der grosse Campanile von Tiarno di sotto im Val di Ledro und der noch stattlichere von Bagolino in der Val Caffaro sind vollständig aufgebaut mit behauenen erratischen Tonalit-Blöcken. Von den Aeckern werden Blöcke abgesucht; trotzdem haben sich noch allerorts genug erratische Blöcke erhalten.

In der Schweiz haben sich eigene Vereine zur Erhaltung bemerkenswerter erratischer Blöcke gebildet.

Der höchste Punkt, an welchem Lepsius in den Kalk- und Dolomit-Bergen westlich von Trient erratische Blöcke antraf, ist auf der Westflanke des Monte Gaza: Geht man von dem Plateau des Monte Gaza hinab nach Molveno, so begegnet man 400 *m* unter der Spitze des Berges grossen Glimmerschiefer- und Tonalit-Blöcken; ein Glimmerschieferblock daselbst misst 5 *m*. Die Höhe dieses Ortes über dem Spiegel des Molveno-Sees beträgt 800 *m*; diese Mächtigkeit muss also der das Molveno-Thal durchziehende Gletscher gehabt haben; denn dass die Thäler schon so geformt waren, wie sie jetzt sind, das zeigen uns die Gletscherschotter der Thäler. Die Glimmerschiefer des Monte Gaza stammen aus den Hoch-Alpen des Val di Sole; der Noce-Gletscher, welcher den Nonsberg überflutete, drang über die niedrige Wasserscheide von Andolo herüber zum Molveno-See und in die Stenico-Mulde.

Ob die erratischen Blöcke am Mendel-Wirtshaus vom Nonsberger- oder vom Etsch-Gletscher stammen, lässt Lepsius dahingestellt, doch scheint ihm letzteres wahrscheinlicher. Jedenfalls ist es eine bedeutende Höhe für Gletscherablagerungen: 400 *m* über den nächsten Diluvial-Schottern des Nonsberges (bei Cavareno); gegen 1000 *m* über dem Kalterer Plateau und 1100 *m* über dem Etschspiegel bei Bozen.

Uebrigens erreichen die Gletscherschotter an der Gall, welche sicher vom Etsch-Gletscher abgelagert sind auch eine Höhe von 800 *m* über der Sohle des Etsch-Thales.

Aus allen diesen Angaben folgt, dass das alpine Etsch-Becken zur Diluvialzeit mit Gletschern angefüllt war, welche eine Mächtigkeit von 600 bis 800 *m* besassen. Es ergibt sich

[1] Die Urgletschermoränen aus dem Eggenthale. Programm des Gymnasiums zu Bozen. 1868.

[2] Hauer: Geologie.

[3] Penck: Der Brenner.

[1] Neumayr: Erdgeschichte.

daraus, dass unser Gebiet damals völlig vergletschert war und das Ansehen hatte, wie die grossen Firnfelder der Hochalpen, aus deren Eismassen nur die höchsten Berggipfel und Felsriffe herausragen.

Betrachten wir nun die ausgedehnten Schuttablagerungen der Gletscher in unserem Gebiete.

Als Gletscherschotter geben sich dieselben zu erkennen durch die in ihnen vorkommenden gekritzten Gerölle, durch den Mangel der Schichtung und durch die Art der Aufschüttung des Materiales.

Diese Ablagerungen bestehen stets zum grossen Theil aus Sanden, dem feinen Zerreibungsmateriale der Berge, mit denen die Gletscher in Berührung gekommen sind, also aus kleinen Stückchen von Kalk, Dolomit, Feldspath, Glimmer, Quarz; die Sande sind entweder lose aufgeschüttet, oder häufiger durch secundäres Kalkcement fest verkittet, oder durch Thon verbunden. Dass der grössere Theil der Schotter aus Sanden besteht, liegt daran, dass wir es hier vorwiegend mit Grundmoränen zu thun haben, in welche die grossen Blöcke schwerer gelangen können; die Front- und Seitenmoränen sind in unserem Gebiete bis auf wenige Reste durch die Denudation hinweggeräumt.

Den kleineren Theil dieser Schotter bilden gekritzte Gerölle, welche abgerundet und bei Kalkstein auch meist poliert sind.

Die Gerölle liegen sowohl einzeln und verstreut, als in Strichen und Lagern in den Sanden. Durch solche strichweise eingelagerte Gerölle sieht eine quer angeschnittene Wand von Gletscherschutt stets scheinbar geschichtet aus. Die so oft behauptete Schichtung der Gletscherschotter beruht nach Lepsius auf dieser Täuschung. Allerdings, wenn man mit der Eisenbahn von Innsbruck zum Brenner hinauffährt und man erblickt drüben hoch oben an den Gehängen am Berge Isel unter Natters und Mutters die mächtigen Schuttwände, so glaubt man, dieselben seien gechichtet, tritt man aber den Schuttwänden näher, so löst sich die scheinbare Schichtung an eine Schotterung auf. Mit dem Namen „Schotterung" bezeichnet Lepsius in so treffender Weise die Structur der Moränen, indem eine beschotterte Strasse im Querschnitt ganz denselben Anblick gewährt.

Diese horizontale Schotterung ist vom Gletschereis bewirkt, indem dieses zerspalten und plastisch den Moränenschutt verschluckt, am Grunde ablagert und an denselben anpresst. Die Abwechslung zwischen Sanden und Schotterlagen ist durch die Materialverschiedenheit während der viele Jahrtausende dauernden Vergletscherung der Alpen erklärt.

Eine andere Erscheinung, welche man stets in diesen Gletscherschottern beobachten kann, ist die secundäre, feste Verkittung der Sande, Gerölle und der eckigen Stücke durch Kalkcement zu einer äusserst harten Breccie oder Conglomerat, welche Lepsius mit dem Namen „Mattone" bezeichnet.

Diese Gletscherschotter füllen das Etsch-Thal und alle Seitenthäler zum grossen Theile aus. Häufig, wie im Cembra-Thale erhebt sich über das Flussbett längs der Thalgehänge hin, eine mehr oder weniger breite Dilluvial-Terrasse mit horizontaler, ganz ebener Oberfläche und steil abstürzenden Rändern.

Diese Schuttausfüllung ist die ursprüngliche Schuttausfüllung des Thales, die alte Grundmoräne, aufgeschottert bis zu 100 und mehr Meter, in welche sich der Fluss eingeschnitten hat, nachdem sich durch die Veränderung des Klimas nach dem langsamen Rückgange der Gletscher die Wassermasse und daher auch die Erosionskraft des Flusses vergrössert hat.

In das Val die Ledro sind die Eismassen aus dem Daone-Gletscher, also aus dem Chiese-Thale eingedrungen.

Oberhalb des Garda-Sees ist das sogenannte Seethal von Riva und Arco zum grossen Theile aufgefüllt durch Gletscherschutt, aber die späteren Fluss-Alluvionen bedecken jetzt die fruchtbare Ebene.

Die Val di Sole und Val di Non sind mit Gletscherschutt besonders stark erfüllt.

Langsam bewegte sich der Noce-Gletscher herab mit geringem Gefälle, aufgehalten erst an der oberen Noce-Schlucht zwischen dem Berge Rovere und Osol; dann noch mehr aufgestaut durch das Randgebirge, das in der Rocchetta-Schlucht vom Noce durchbrochen wird.. Auch bis hoch hinauf in die Val die Rumo, bis Proves liegt der Schotter aufgehäuft. Stets sind es Sande, gemischt mit Blöcken und Geröllen, gekennzeichnet durch die horizontale „Schotterung".

Im Gebiete des Noce-Gletschers bestehen die erratischen Blöcke aus Glimmerschiefer, den Hochalpen des Sulzberges entstammend. Ueberall sind auch die Schuttmassen versintert zu Mattone.

Die leicht verwitternden Diluvial-Terrassen bedingen hauptsächlich die Fruchtbarkeit des Nonsberges; viel mehr Thon als in anderen Thälern, enthält der Schotter der Val di Non, entnommen den unterliegenden Nummuliten-Schiefern und der Scaglia.

Ueberblicken wir mit Lepsius noch einmal den Verlauf der Hauptgletscher unseres Gebietes, so sehen wir, dass derselbe vielfach abweicht vom Lauf der jetzigen Ströme.

Der Noce-Gletscher entströmte den Hochalpen des Sulzberges, zwängte sich durch die obere Noce-Schlucht, breitete sich aus über den Nonsberg und strömte ab, theils zum Etsch-Gletscher durch die Rocchetta-Schlucht, theils zum Sarca-Gletscher hinüber über die Wasserscheide von Andolo und den Molveno-See.

Der Sarca-Gletscher drängte sich hervor aus der Genova-Spalte, erfüllte das Rendena-Thal und den Thalkessel von Tione, floss zum grösseren Theile über die Wasserscheide von Roncone zum Chiese-Gletscher, anderseits durch die Enge der oberen Sarca-Schlucht in die Thalweite von Stenico. Hier vereinigt mit den Molveno-Gletschern und einigen Secundär-Gletschern entladet sich das weite Eismeer durch das Thal von Balino hinab in die Spalte des jetzigen Garda-Sees.

Bei Arco mündet der kleinere Gletscher des unteren Sarca-Thales ein.

Natürlich war die ganze Spalte des Garda-Sees mit Eis angefüllt; was ist die Tiefe des Sees von 200 *m* gegen die Grösse und Mächtigkeit jener alten 600 bis 800 *m* dicken diluvialen Gletscher! Die Schuttmassen wurden draussen am Südende des Sees, wo der Garda-Gletscher sein Ende erreichte, abgelagert, als bedeutend ausgedehnte Stirnmoränen bei Custozza und Solferino, Peschiera und Desenzano. Der Chiese-Gletscher floss durch das Daone-Thal aus dem Innersten des Adamello hervor, vereinigte sich bei Pieve di Buono mit dem mächtigen Arm des Sarca-Gletschers, und erfüllte das Chiese-Thal und die Idrosee-Spalte, aufgestaut durch die den Lago d'Idro abschliessenden Berge.

Ein Theil dieses Gletschers überflutete den Pass Monte Giovo und das Ampola-Thal, strömte hinab in das Ledro-Thal und brach durch die Ponale-Schlucht hinab zum Garda-Gletscher.

Der grosse Etsch-Gletscher, in den sich der Eisack- und die Gletscher des Avisio und der Fersina ergossen, kam mit den Gletschern des westlichen Tirols nicht in Berührung. Erst draussen in der Po-Ebene vereinigten sich ihre breiten Stirnen — östlich schloss sich der grosse Brenta-Gletscher an, der über die Seen von Levico und Caldonazzo hinweg die

Valsugana erfüllte und mächtige Seitengletscher, namentlich den Cima d'Asta-Gletscher, dessen Granitmateriale sich auf den gegenüberliegenden kalkigen Höhen der Sette Communi noch vorfinden, in sich aufnahm, um seine Endmoränen bei Bassano aufzubauen, welche Stadt sich am Moränenrande erhebt.[1]

In diesen glacialen Ablagerungen, welche zumeist aus ungeschichteten Lagen von gekritzten Geschieben, grossen Steinblöcken, Sand und Lehm bestehen, haben die Flüsse und Bäche der Alpen ihre Betten durch Erosion eingegraben, um das Gleichgewichtsgefälle thunlichst zu erreichen. Die Glacial-Ablagerungen sind es, welche das gefährlichste Material für Wildbäche liefern und durch die immer fortschreitende Erosion immer mehr und mehr zu Thale gefördert werden.

So setzt die gegenwärtige Periode der Alluvion, welche im Etsch-Gebiete als eine torrentielle Periode bezeichnet werden kann, die Arbeit des Diluviums fort und ist es mit Rücksicht auf den langsamen Uebergang von der Diluvialzeit zur Gegenwart nicht möglich die genaue Trennung der Diluvial- und Alluvialperiode vorzunehmen.

Sicher ist es jedoch, dass weit ausgedehnte Bildungen heute der Eiszeit zugeschrieben werden, welche grossentheils der Wirkung der Wildbäche zugeschrieben werden können und wird das genaue Studium der Wildbachablagerungen, wie es in neuester Zeit betrieben wird, wohl manches zur genaueren Abgrenzung beitragen.

Bisher wurde als ziemlich feststehend angenommen, dass die Ablagerungen der Wildbäche aus einem nach der Grösse sortierten Materiale bestünden und dass die Geschiebe derselben die an Gletschermateriale bekannten Kritzer niemals besitzen können. Demgemäss wurde auch das ungeschichtete Vorkommen unsortierten Materiales in den verschiedensten Grössen, vom Sand und Lehm bis zu den grössten Steinblöcken, sowie das Vorkommen der Steinkritzer als untrügliches Zeichen glacialen Herkommens betrachtet.

Jedem, der mit Wildbächen und wildbachartigen Flüssen durch längeres Beobachten bei Bauten zu thun gehabt hat, ist es jedoch bekannt, wie irrthümlich diese Anschauung ist. Der Massentransport bei Wildbächen kann nämlich zweierlei Art sein, ein Einzelntransport, bei welchem Sortierung nach den Geschiebegrössen stattfindet und ein Massentransport, bei welchem ganze Abschnitte der Sohle sammt dem bei Elementar-Ereignissen herabgelangten Mur-Materiale, also eine breiartige Masse, in welchem neben Sand, Lehm und kleineren Geschieben auch die grössten Felsblöcke puddingartig eingebacken erscheinen, zum Abtriebe gelangen.

Ebenso sicher ist es, dass auch Mur-Materiale Kritzer besitzt, welche mit denjenigen des Gletschergeschiebes leicht verwechselt werden können.

So werden oft in geologischen Karten alle Schuttkegel von Wildbächen und auch Schuttkegel, welche nicht von eigentlichen Wildbächen gespeist werden, einfach als Diluvium bezeichnet, während derartige Bildungen vor den Augen der Einwohner und der sie beobachtenden Ingenieure in eigentlichen Wildbachgegenden sozusagen täglich entstehen und sich ebenso rasch als unerwartet zu den unglaublichsten Höhen aufthürmen.

Die Stadt Borgo in Südtirol (Valsugana) war vor einigen Decennien von der etwa 2 *km* von der Stadt entfernten Kirche Madonna d'Onea ganz sichtbar, indem der in der halben Entfernung dazwischen fliessende Rio Sopravigo, auch Primo boale genannt, sein Gerinne im Boden vertieft hatte. Heute ist nicht einmal die Spitze des sehr hohen Kirchthurmes von Borgo von der Kirche Madonna d'Onea zu sehen, indem sich der genannte Wildbach mit seiner Sohle bis über die Höhe des Dachfirstes dreistöckiger Häuser erhob, um für seine Schuttwalze das erforderliche Gefälle bis zur Einmündung in den Brenta-Fluss zu erlangen.

An einer Uebergangsstelle über diese Schuttwalze steht gegen Borgo zu eine kleine Kapelle, von welcher der Volksglaube den Schutz gegen den gefährlichen Wildbach erwartet. So oft diese seit jeher bestandene Kapelle von dem sich erhöhenden Wildbache verschüttet wurde, wurde genau ober ihr eine zweite ebensolche gebaut. Heute stehen sieben derartige Kapellen an dieser Stelle übereinander, wenn man der Volkstradition Glauben schenken darf. Thatsache ist es, dass im anstossenden Stadttheile bei Nachgrabungen von circa Meter zu Meter auf altes regelrechtes Strassenpflaster gestossen wird, woraus ersichtlich ist, dass hier bedeutende Hebungen fortwährend in derselben Weise stattgefunden haben, wie es in gleicher Weise auch heute geschieht.

Der Ort Grigno wurde im Jahre 1882 einige Meter hoch durch Mur-Materiale überdeckt, wie es schon wiederholt seit Decennien geschah.

Es muss daher davor gewarnt werden, alle massenhaften Ablagerungen ungeschichteter, unsortierter und selbst gekritzter Geschiebe für Diluvial-Ablagerungen zu erklären, solange nicht andere untrügliche Beweise den glacialen Ursprung derselben ausser Frage stellen.

Jedenfalls dürfte es sich bei eingehender Prüfung herausstellen, dass manche Ablagerungen, die heute als Diluvium gelten, einfach der torrentiellen Aera der Gegenwart angehören.

δ) Das Alluvium.

In dem Maasse, als infolge geänderter, klimatischer Verhältnisse die Gletscher ihren letzten Rückgang begannen, vermehrten sich auf dem durch die Gletscher frei gewordenen Terrain nach und nach die vom Froste nicht mehr gebundenen Wassermassen, bis an Stelle der mächtigen dilluvialen Thalgletscher, die in ihren Rudimenten in den Ortler und Oetzthaler Alpen, den Tauern, der Adamello-Gruppe und der Marmolata noch verblieben, mächtige Gebirgswässer traten, welche zum Theile einen anderen Lauf nahmen als ihre entsprechenden Stammgletscher. Während diese letzteren bei ihrer grossen Mächtigkeit von 600 bis 800 Meter kleinere Wasserscheiden leicht überschreiten konnten, um sich in andere Gletscher- und Thalgebiete vorzuschieben, waren solche Wasserscheiden den nun entstandenen Gewässern unüberschreitbare Hindernisse und sie bahnten sich lediglich in ihren Hauptthälern ihre Wege, ohne sich in benachbarte Seitenthäler zu ergiessen.

So floss der Noce keineswegs mehr über die Wasserscheide von Andolo gegen die Sarca, wie dies der alte Noce-Gletscher gethan und der Sarca-Fluss schickte keinen Arm mehr über die Wasserscheide von Roncone in den Idro-See, sondern floss concentriert an der Stenico-Schlucht vorbei in den Garda-See.

Durch die Verwandlung der Gletscher in Gewässer wurde aber der Angriff des Wassers auf die Ufer und Sohlen concentriert, so dass dieselben unter den neuen, geänderten Verhältnissen den Bachbetten nicht genug Widerstand zu bieten vermochten.

Hiedurch tieften sich die Gewässer oft in die Diluvial-Terrassen bedeutend ein, rissen das abgetragene Materiale fort und deponierten es an Stellen mit kleinerem Gefälle. Dieser Materialtransport begann allmählich mit dem Rückgange der Gletscher und dem gleichzeitigen Hinaufgreifen der Gewässer in die Hochlagen, so dass der Uebergang vom Diluvium zum Alluvium von unten hinauf vor sich gieng.

[1] Francesco Molon: „I nostri fiumi Astico, Bacchiglione, Retrone e Brenta. Idrografia antica e moderna." Verona e Padova 1883.

Da nun sofort nach dem Rückgange der Gletscher eine Vegetationsdecke noch nicht vorhanden sein konnte, so geschah die aufwühlende Thätigkeit der Gewässer unter höchst ungünstigen Bedingungen in Dimensionen, die vermuthlich von der jetzigen erodierenden Thätigkeit in weitaus besser bedecktem Boden nicht erreicht werden. Damals musste der Grund zu zahlreichen neuen Wildbächen und Schuttkegeln gelegt worden sein, während die bestehenden Schuttkegel diluvialer Gletscher durch Alluvialgebilde wesentlich vergrössert worden sein mussten.

Durch die nivellierende Thätigkeit des Wassers begann nun die Ausgleichung und Umformung des Gletscherbettes zum Flussbette, indem vorerst das Bestreben des Wassers eintreten musste, die durch den hohen Druck der Gletschermassen bedingte Terrassenform in jene Gleichgewichtscurve umzuwandeln, welche sich jedes fliessende Wasser in beweglichen geschiebeerfüllten Betten nach dem Gesetze der Schwere auszubilden genöthigt ist.

Das fliessende Wasser trat hier in den engen Schluchten und Spalten mancher Thäler auf Hindernisse in Form von Felsbarren, oder mächtigen ehemaligen Stirnmoränen und Bergstürzen, wodurch es sich staute und Seen bildete, bis es ihm gelang, dieselben durch seine Alluvionen auszufüllen, oder die Austrittsstelle durch Erosion zu vertiefen. Ein solcher felsiger Fixpunkt der Sohle, von welchem sich die Etsch ihr Gefälle stromaufwärts baute, war die noch nicht durchnagte Veroneser Klause, hinter welcher sich vermuthlich einst ein grosser See bis Meran oder Bozen in derselben Weise erstreckte, wie wir es am Vierwaldstätter-, am Comer-, am Langen- und am Garda-See noch heute sehen.

Dass dieser Etsch-See heute schon verschüttet ist, während dies bei den anderen genannten Seen noch nicht der Fall ist, mag vielleicht in dem Umstande zu suchen sein, dass das Etsch-Gebiet mit seinen zahlreichen Wildbächen im Vergleiche zu dem ausgefüllten Alluvial-Becken des ehemaligen Etsch-Sees ein sehr bedeutendes und verhältnismässig weit grösser ist, als es die Niederschlagsgebiete der Sarca, der Adda, des Ticino und des Oglio ihren Seen gegenüber sind.

Professor Dr. Simony[1] hat, gestützt auf die erwähnte Aehnlichkeit, welche das Alluvial-Becken der Etsch von Meran bis zur Veroneser Klause mit den erwähnten Seen bietet, diesbezügliche sehr interessante Vergleiche angestellt.

Er fasste zunächst die räumlichen Dimensionen der genannten fünf Flussgebiete ins Auge und stellte die Ergebnisse hievon in nachstehender Tabelle zusammen:

	Flächenraum	Länge des Hauptthales	Mittlere Breite des Gebietes
Etschgebiet bis zur Veroneser Klause	202 □M.	28 M.	$7^2/_{10}$ M.
Ticino-Gebiet bis zum Abfluss des Langen-Sees mit Ausschluss der Nebengebiete des Lugano-, Vareser- und Orta-Sees	87 □M.	$16^1/_2$ M.	$5^3/_{10}$ M.
Addagebiet bis zum Abfluss des Comer-Sees	83 □M.	21 M.	4 M.
Ogliogebiet bis zum Abfluss des Iseo-Sees	40 □M.	$13^1/_2$ M.	3 M.
Sarcagebiet bis zum Abfluss des Garda-Sees	34 □M.	16 M.	$2^1/_3$ M.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass auf je 1 Meile Thallänge dem Etsch-Thale die Wässer eines Gebietes von $7^3/_{10}$ Meilen, dem Ticino-Thal von $5^3/_{10}$ Meilen u. s. w. zufliessen und ferner, dass alle anderen Verhältnisse gleichgesetzt, dem Etsch-Thale $3^4/_{10}$mal soviel Alluvial-Massen als dem Sarca-Thale, $2^4/_{10}$mal soviel als dem Oglio-Thale, $2^8/_{10}$mal soviel als dem Adda-Thal und $1^4/_{10}$mal soviel als dem Ticino-Thal zugeführt werden.

Wird der Flächenraum des Alluvial-Terrains der einzelnen Hauptthäler mit jenen des zugehörigen Gebietes verglichen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

	Flächenraum des		Verhältnis des Alluvial-Terrains zum Flussgebiete
	Alluvial-Terrains im Hauptthale	zugehörigen Flussgebietes	
Etsch-Thal	6·5 □M.	202 □M.	1 : 31·1
Ticino- und Toce-Thal	2·2 □M.	87 □M.	1 : 39·6
Adda- und Mera-Thal	2·4 □M.	83 □M.	1 : 34·6
Oglio-Thal	1·1 □M.	46 □M.	1 : 36·5
Sarca-Thal	0·65 □M.	34 □M.	1 : 52·2

Hier zeigt es sich, dass bei den vier ersten Thälern das Verhältnis zwischen Alluvial-Terrain und Flussgebiet ein annähernd gleiches ist.

Nach allen Vergleichungen glaubt Simony zur Annahme berechtigt zu sein, dass in der Zeit, als die Ausfüllung der lombardischen Seen durch die Schuttführung der zugehörigen Flüsse begann, auch das ganze untere Etsch-Thal von einem See eingenommen war, dessen Spiegel kaum über 400 Fuss (126 *m*) Meereshöhe haben und dessen Tiefe wenigstens 600 Fuss (190 *m*) erreichen mochte.

Diese Annahme Prof. Simony's ist umso wahrscheinlicher, als es von den meisten Seen bekannt ist, dass sie noch in historischer Zeit einen weit grösseren Umfang hatten; so reichte der Lago maggiore einstens bis Bellinzona, der Comer-See bis Chiavenna und der Lugano-See bis Piano.[1] Das Entstehen und Wiederausfüllen von Seen und ähnliche Erscheinungen sind überhaupt in den Alpen nichts Ungewöhnliches.

Professor Simony stellte sich auch die Aufgabe den Cubikinhalt der Etsch-Alluvionen zu schätzen, wobei er folgendermaassen vorgieng.

Wird der Flächenraum des ganzen Alluvial-Terrains im unteren Etsch-Thale (4·8 Quadrat-Meilen), dann die gegenwärtige mittlere Höhe desselben (517 Fuss), endlich die wahrscheinliche Tiefe des Beckens am Beginn der Alluvialzeit in Rechnung gebracht, so kann die mittlere Mächtigkeit der Alluvial-Gebilde nicht unter 500 Fuss und ihr absoluter Inhalt kaum unter 6000 Millionen Cubik-Klafter (40.926 Millionen oder rund 41 Milliarden m^3) angesetzt werden.

Schliesslich hat Professor Simony auch Schätzungen über die Zeit angestellt, welche zur Ablagerung eines so ungeheueren Quantums von Fluss-Sedimenten erforderlich gewesen sein mochte.

Professor Simony gelangt unter Annahme, dass der seculare Betrag der im Hauptthale abgesetzten Massen 10 Millionen Cubik-Klafter (68,200.000 m^3) betrage, was einer allgemeinen Bodenerhöhung von 10 Zoll (26·3 *cm*) entspricht, zu dem Schlusse, dass zur Ablagerung des Gesammtquantums von 6000 Millionen Cubik-Klafter ein Zeitraum vor 60.000 Jahren erforderlich gewesen wäre.[2]

Somit scheinen nach Simony alle räumlichen Verhältnisse der Alluvial-Gebilde des Etsch-Thales, soweit sich dieselben

[1] Prof. F. Simony: „Ueber die Alluvialgebiete des Etsch-Thales." (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, 1857.)

[1] Dr. Heinrich Wallmann: „Die Seen der Alpen" (Jahrbuch d. österr. Alpenvereines, 1868). — Desor: „Der Gebirgsbau der Alpen", Wiesbaden, 1865.

[2] Lyell (Principles) hat für das Missisippi-Delta ein Alter von 67.000 Jahren berechnet (Simony).

entweder unmittelbar überschauen, oder nach Analogien schätzen lassen, auf eine Entwicklungsdauer hinzudeuten, die uns zum Schlusse berechtigt, dass, als unser Geschlecht vom Etsch-Thal Besitz nahm, dieses nicht nur im grossen und ganzen seine heutige Gestalt hatte, sondern auch durch die lange vorher eingeleitete Thätigkeit der noch gegenwärtig bestehenden hydrographischen Verhältnisse auch in den Einzelnheiten schon nahezu vollendet war.

Weiters sehen wir aber, dass das Etsch-Thal, was die Ausnivellierung seiner Gefälle anbelangt, aus einem terrassenförmig ungeregelten Zustande, durch welchen die Bildung von Seen, Sümpfen und Moosen verursacht wurde, immer besseren Zuständen entgegengeht, das heisst Zuständen, welche für die Entwicklung und Festsetzung der menschlichen Cultur zuträglicher sind.

Diese Nivellierung des Hauptthales wird aber nachtheilig beeinflusst durch die Einmündung der seitlichen Wildbäche, welche im Hauptflusse Staurücken bildend zur neuerlichen Versumpfung des oberhalb gelegenen Thales Veranlassung geben.

Bei dem weit grösseren Gefälle, welches diese Seitenbäche besitzen, lagern sie im Etsch-Flusse grobe Gerölle ab, welche die Etsch im unregulierten Zustande abzuführen oft nicht im Stande ist.

Die natürliche Folge davon wäre, dass sich allseits zufriedenstellende Zustände erst dann entwickeln könnten, wenn sämmtliche Wildbäche ein der Etsch gleiches Gefälle erlangen würden; hiezu müsste sich aber die Etsch durch ungezählte Jahrtausende heben, während indes die Wildbäche ihr Gefälle verkleinern müssten.

Während dieser Zeit aber wären die Theile des Etsch-Thales oberhalb der Einmündungen grosser geschiebeführender Seitenbäche der Versumpfung preisgegeben.

Will man letzteres vermeiden, muss man zu künstlichen Mitteln greifen, indem der Weg, den hier die Natur nimmt, sich offenbar nach anderen Gesetzen als dem der Wohlfahrt des Menschengeschlechtes richtet.

Die Mittel hiezu werden an geeigneter Stelle besprochen werden.

In ähnlicher Weise, in der Professor Simony das Alter der Alluvionen des Etsch-Thalbodens in Erwägung zog, hat er auch dasjenige der grössten Schuttkegel untersucht, welche gleich Säulen in einem Tempeldome in wiederkehrenden Entfernungen das Etsch-Thal umrahmen und den Uebergang zwischen der ebenen Thalfläche und den steilen Berglehnen bilden.

In diesen Schuttkegeln, als räumlich übersehbaren und berechenbaren Alluvionen sehen wir Monumente dieser Periode; sie sind die immer mehr anwachsenden Pegeln der Geschiebeführung. Gleich dem Drachen der Sage, der seine Schätze bewacht, liegt der Wildbach auf den von ihm in Jahren bis Jahrtausenden gesammelten Geschieben. Die Zeitdauer, die er zur Sammlung derselben gebraucht hat, bildet den Schemmel seiner Grösse, die Stufen seines, das Thal hoch überragenden, steinernen Thrones. Aus diesen Stufen kann aber die Zeitdauer geschätzt werden, die zu seiner Errichtung erforderlich war.

Die kleineren Wildbäche wälzen bei Anschwellungen ungeheuere Schuttmassen fort und legen, soweit sie nicht durch künstliche Anlagen, Dämme u. s. w. gehindert sind, dieselben successive als concentrische neue Schichte an den bestehenden Schuttkegel, wodurch der letztere an Durchmesser und Höhe wächst. Ausserdem führt der Wildbach noch Schlamm- und Sandmassen in grössere Entfernungen ausser den Bereich des Schuttkegels, doch sind diese nicht von grossem Belang.

Diese kleineren Schuttkegel haben mit ihrer Basis den Hauptfluss noch nicht erreicht; sie haben die Rampe, die sie zur Fortführung ihrer Geschiebe bis zum Hauptfluss benöthigen, noch nicht ausgebaut, ihre Längenprofils-Curve noch nicht vollständig ausgebildet.

Anders verhalten sich die grossen Seitenbäche, wie z. B. der Passerbach, welcher von den äussersten Grenzen des Niederschlagsgebietes herankommend seine gröbsten Geschiebe vor der Einmündung in die Etsch ablagert, sich dieser mit kleinerem Gefälle nähert und das Etsch-Bett mit grossen Alluvial-Massen bedeckt.

Die Alluvialbildung des Hauptflusses wechselt sich in buntem Spiel mit derjenigen der Seitenbäche ab. Einmal schiebt ein Wildbach einen Staurücken in die Etsch vor, das anderemal verdeckt die Etsch selbst durch eigene Alluvionen den Staurücken zum Theile oder auch ganz; sie nivelliert durch ihre Fluten die Unregelmässigkeiten, welche die Seitenbäche in ihre Längenprofils-Curve bringen, wie auch die Wildbäche selbst die Producte grosser Ausbrüche in ruhigen Monaten und Jahren auszugleichen streben; so entsteht durch diese wechselvolle Wirkung des Hauptflusses und der Seitenbäche jene bucklige Längenprofils-Curve, welche Flüsse mit geschiebeführenden Seitenbächen aufweisen.

Der Grundzug dieser Curve ist die Parabel höherer Ordnung, welche sich der Hauptfluss aufgebaut hätte, wenn er nicht gestört worden wäre; darin kennzeichnen einzelne Buckeln die Einwirkung der Seitenbäche. Der Fluss kämpft mit den Wildbächen einen Jahrtausende dauernden Kampf, sein jetziger Zustand ist das Resultat desselben.

Dieses ist zu bemerken sehr wichtig, weil manche Schriftsteller diese Curve ganz anders erklären; sie behaupten, der Hauptfluss habe schon ein ausgeglichenes Gefälle gehabt, welches erst durch die später, infolge von Entwaldung nach einem langen Zustande relativer Ruhe wieder lebendig gewordenen Wildbäche gestört worden sei.

Das Gezwungene dieser durch nichts bewiesenen Erklärung liegt klar auf der Hand. Sollte aber ein Zweifel hierüber sein, so wird er durch den Nachweis des Alters der Wildbäche vollständig behoben.

Professor Simony versucht es, das Alter der ältesten Wildbäche des Etsch-Thales zu erforschen. Hiezu erörtert er vorerst, welche Schuttkegel als älteste und von den Alluvionen der Etsch möglichst unverdeckte Gebilde betrachtet werden können. Er kommt zu dem Resultate, dass es die Schuttkegel des oberen Vintschgaues seien, denn im Thale zwischen Bozen und der Veroneser Klause, woselbst sich zu Beginn der Alluvialzeit ein See befand, war die Alluvion des Hauptflusses viel bedeutender als im Vintschgau, indem in diesem See aller Sand und Schlamm sich ablagern musste und hiedurch die Basis der Schuttkegel der Seitenbäche verdeckte, andererseits aber die Sand- und Schlamm-Massen der Wildbäche sich über die ganze Seefläche verbreiteten.

Hiedurch erklärt Simony die Grösse und Häufigkeit der Schuttkegel des oberen Vintschgaues denjenigen der Strecke Bozen-Ala gegenüber. In letzterer scheinen die Schuttkegel nur das Product des letzten Zeitabschnittes zu sein, in welchem der See bereits vollständig verdrängt war.

Sollen nun die Schuttkegel des oberen Vintschgaues als Maasstab ihres Alters dienen, so ist zuerst ihr cubischer Inhalt zu ermitteln. Wird der letztere nach Simony in der Weise berechnet, dass die gegenwärtige Höhe ihres Scheitels über ihren jetzigen tiefsten Punkt, als beiläufige mittlere Erhebung des ersteren über die ursprüngliche Grundfläche angenommen wird, so ergeben sich für den Schlanderser Kegel 150 bis 160 Millionen, für den Tarscher und Toblander

Kegel je 55 bis 60 Millionen Cubik-Klafter Inhalt; in dem Naifer Kegel bei Meran, welcher den Schluss dieser grossartigen, localen Schuttanhäufungen im Etsch-Thal bildet, beträgt die Masse des über dem gegenwärtigen Boden aufragenden Kegels 25 bis 30 Millionen Cubik-Klafter.

Wird von ausserordentlichen Ereignissen abgesehen, so kann nach Simony der seculare Zuwachs der von einem Wildbach genährten Schuttkegel, wie jene von Tarsch und Tobland sind, doch in keinem Falle über 100.000 Cubik-Klafter angenommen werden, wornach sich für die beiden letzteren ein Alter von wenigstens 60.000 Jahren ergibt.

Es geht daraus hervor, dass der Aufbau der Wildbäche zu einer Zeit begann und fortgeführt wurde, wo von störenden Einwirkungen der Menschenhand noch nicht die Rede sein konnte.

Eine zweite wichtige Frage ist die, ob die Thätigkeit der Wildbäche und der Alluvion überhaupt in früheren Zeiten stärker war, als dies gegenwärtig der Fall ist, oder umgekehrt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in den Strecken der Thäler, in welchen der Rückgang der Gletscher begann, sofort eine kräftige Alluvion eintreten musste und dass diese bei dem unausgebildeten Längenprofile, von klimatischen Einflüssen abgesehen, intensiver sein musste als gegenwärtig, wo die Entwicklung der Fluss- und Bachsohlen seit Eintritt der auf die Glacialzeit folgenden torrentiellen Periode dieselben dem Gleichgewichtszustande viel näher gebracht hat.

Das Vorhandensein einer Vegetationsdecke kann hiebei keine nennenswerte Rolle gespielt haben, denn der Rückgang der Gletscher ist nur sehr allmählich in ungezählten Jahrtausenden erfolgt, während für die Bildung einer befestigenden Rasen- und Walddecke schon mehrere Jahre genügen.

So können wir denn schliessen, dass die Thätigkeit der Alluvion mit dem abnehmenden Gefälle der durch das Wasser immer mehr und mehr nivellierten und dem Meere zugetragenen Alpen auch immer mehr und mehr abnehmen musste, so lange die Einflussnahme des Menschen nicht ins Spiel trat.

Diese äusserte sich zunächst in der Ausbreitung von Aeckern, Wiesen und Weiden auf Kosten des früher bestandenen Urwaldes und in der commerciellen Verwertung des Holzes für Bau- und Industriezwecke. Insbesondere in den Ländern am mittelländischen Meere, in Südtirol, Istrien, Bosnien, Dalmatien war schon im Alterthume der Holzexport für den Schiffbau der handeltreibenden Völker, insbesondere der Römer und Griechen und später der Venetianer ein bedeutender.

Hand in Hand, damit gieng die Entwaldung, wodurch die nachtheilige Einwirkung auf den entblössten Boden, auf das locale Klima mit allen bekannten Folgen, insbesondere mit einer rapiden Zunahme der Alluvion nicht ausbleiben konnte.

Diese Entwaldung nahm im Mittelalter, namentlich im italienischen Tirol immer mehr zu und erreichte bei Entstehung der Eisenbahnen ihren Höhenpunkt.

Es ist klar, dass diesem Uebelstande mit aller Energie entgegen getreten werden muss, wenn nicht die vollständige Vernichtung der Cultur blühender Thäler eintreten soll.

Schon die napoleonische Regierung hatte im Jahre 1812 ein Forstgesetz in Südtirol publiciert,[1] durch welches bessere Zustände geschaffen werden sollten; dieses Gesetz kam aber nicht zur Ausführung. In neuester Zeit, namentlich durch das Gesetz vom 13. März 1883, L.-G.-Bl. Nr. 31, wurde die Verbauung der Wildbäche und damit auch die thunlichste Einhaltung der torrentiellen Thätigkeit wesentlich gefördert und ist zu erwarten, dass das Möglichste geschehen wird, normale Verhältnisse herbeizuführen.

[1] Fogli d'avviso pel dipartimento dell' Alto Adige 1812.

Abstrahieren wir aber, von dieser durch die Entwaldung herbeigeführten Verschlechterung der Verhältnisse, so müssen wir gleichwohl zugeben, dass in früheren Perioden der Alluvialzeit die torrentielle Thätigkeit eine stärkere gewesen sein musste, als es die heutige in normalen, also nicht übermässig entwaldeten oder gar verkarsteten Gebieten ist.

Viele Autoren übersehen diesen wichtigen Umstand und nehmen an, dass alle Wildbäche und Schuttkegel bereits einen Zustand des Gleichgewichtes erreicht hätten, als die Hand des Menschen in den letzten Jahrhunderten durch Entwaldung störend eingriff. Nachdem diese Autoren die höhere geologische Ursache der Entstehung der Wildbäche übersehen und dieselbe lediglich in der Entwaldung suchen, ist es folgerecht der „Fluch der bösen That“, dass sie dann schon in der Wiederbewaldung das Mittel zu finden wähnen, der Wirkung der Wildbäche Einhalt zu thun. Dass aber diese Wiederbewaldung allein nicht hinreichen kann, so lange keine systematische Wildbachverbauung platzgreift, ist klar.

Alexander Surell[1] widmet dem Alter der Wildbäche zwei besondere Capitel.[2]

Surell betrachtet vorerst den Marktflecken Chorges, dessen Gründung der vorchristlichen Aera angehört und behauptet, dass der Wildbach bei Gründung des Ortes unmöglich mit der heutigen Energie thätig gewesen sein konnte, weil sonst der Ort schon verschüttet sein müsste.

Weiters übergeht Surell zu der Kirche von Aguères im Dévoluy-Thale über, welche durch einen Wildbach bedroht ist, der sich geradenwegs gegen dieselbe richtet, so dass vor zwanzig Jahren ein Damm zum Schutze derselben errichtet werden musste und fügt hinzu:

„Wie könnte man nur annehmen, dass ein derartiges „Monument unter der Ausgangsschlucht eines Wildbaches „hätte errichtet werden können? Der Stil seiner Ornamente „reicht bis zum dreizehnten Jahrhunderte zurück. Der Wildbach existierte folglich noch nicht im dreizehnten „Jahrhundert (?!); es gibt daher Wildbäche, die sich „erst in historischen Zeiten gebildet haben.“

Schliesslich übergeht Surell zu den Wildbächen, welche nachweisbar sich in neuer und neuester Zeit gebildet haben und deren Entstehung und Bildung unter unseren Augen vor sich geht.

In demselben Geiste fährt der Nachfolger Surell's Herr Ernest Cézanne, Ingénieur des Ponts et Chaussées, welcher bekanntlich im Jahre 1870 gelegentlich der zweiten Auflage das Surell'sche Werk durch einen zweiten Band ergänzte, fort, wobei nach Beschreibung der Eiszeit folgende Stelle aus dem Capitel XI: „L'Ere torrentielle et la Période glaciaire“ (pag. 346) höchst charakteristisch für die Auffassung der französischen Schule ist:

„Aber bald haben die Wälder, sich nach dem Ende der „Eiszeit immer mehr und mehr ausdehnend, die Gewässer „in dem grünen Mantel der Vegetation erstickt;[3] die Bäche „erloschen; eine Aera des Friedens und der relativen Ruhe „herrschte in den Bergen; es war damals, dass die einzelnen „Stämme der Menschen, welche während der Eiszeit in den „Ebenen der Niederungen in Gesellschaft des Renthieres, „des Auerochsen, des Höhlenbären herumschweiften, sich in „die Hochthäler auszudehnen begannen. Die ältesten Ansied-

[1] Etude sur les torrents des Hautes-Alpes par Alexandre Surell, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences en 1842. — Deuxième édition, Paris 1870.

[2] Cap. XXIII: „Age des torrents“ und Cap. XXIV: „Reflexions sur l'âge des torrents.“

[3] „ont étouffé les eaux sous un manteau de verdure.“

„lungen haben an der Thalschlucht der Wildbäche am „Gipfel der Schuttkegel festen Fuss gefasst; in der That „findet man in den Gebirgsthälern sehr wenige Thalausgangs-„schluchten von Wildbächen, an denen man nicht entweder „ein bestehendes Dorf oder eine Ruine antrifft.“

„In dieser Lage, welche damals günstig war, konnten die „ersten Einwohner in Sicherheit die ausserordentliche Frucht-„barkeit des Schuttkegels geniessen; sie hatten weder den „Hauptfluss, welcher die Niederungen überschwemmte, noch „die Bäche, welche verlöscht (étaint) waren, zu fürchten; „sie beherrschten die Ebene und befanden sich im Bereiche „des Gebirges; der Wald lieferte Holz und der Felsen den „Stein; auf den grünenden Höhen breiteten sich die Herden „aus.“

„Nach und nach hat der unvernünftige Gebrauch der „Wälder und Weiden dieses Gleichgewicht der natürlichen „Kräfte gestört; die alte Wunde hat sich wieder eröffnet, „und von neuem wurde durch die Hand des Menschen die „Pest der Wildbäche den Bergen eingeimpft. Das Uebel „verschärfte sich während langer Jahrhunderte der Unordnung „und Unwachsamkeit; die Lage der Culturen und Ortschaften „an den Ausgangsschluchten der Wildbäche wurde bedenklich „und wenn man nicht, wie wir es thun, bis zu alten Zeiten „zurückgreift, könnte man sich nicht mehr erklären, wie „die Menschen ihre Wohnstätten an Orten bauen konnten, „welche heute aufs Aeusserste bedroht sind.“

In so verlockenden Farben diese Bilder ausgemalt sind und wie glatt der Verlauf der geschilderten Periode auf den ersten Anblick erscheint, so ist es sofort auffällig, dass thatsächliche Beweise für dieselben weder seitens Surell's, noch Cézanne's, noch anderer Autoren jemals erbracht werden konnten; die einzige Begründung, die einige innere Wahrscheinlichkeit bei nur oberflächlicher Prüfung zu haben scheint, ist der stets wiederkehrende Refrain: „Weil sich an den gefährlichen Aus-„gangsschluchten der Wildbäche menschliche Ansiedlungen „gebildet haben, müssen bei Gründung derselben die Wild-„bäche ungefährlich gewesen sein.“

Eine auf so schwachen Füssen stehende Argumentation kann selbstverständlich nicht ohne weiteres als wahr angenommen werden, wie dies seit Surelle wiederholt geschehen ist und geschieht, sondern muss auf ihre Richtigkeit erst geprüft werden.

Diese Prüfung kann in doppelter Hinsicht erfolgen, einmal aus allgemeinem Standpunkte, ein andermal aus der Geschichte der Ortschaften im Etsch-Thale.

Vom allgemeinen Standpunkte aus muss folgendes erwähnt werden:

Die Gefahr, welche den Ortschaften am Ausgange der Thalschluchten erwächst, ist im Vergleiche zu den sonstigen Vortheilen der Lage auf trockenen und sonnigen Schuttkegeln keine so grosse, dass die Ansiedlung an dieser Stelle nicht räthlich erscheinen könnte. In Gebirgsthälern, in denen nicht ausnahmsweise sichere Terrassen vorhanden sind und in denen die Berglehnen zu steil sind, um die Anlage von Ortschaften zuzulassen, ist die Wahl des Bauplatzes für Ansiedlungen eine sehr schwierige. Dies gilt besonders vom Etsch-Thal, wo es ausser der dem Hochwasser der Etsch ausgesetzten Hauptthalfläche und den Schuttkegeln dritte Stellen gar nicht gibt. Bedenkt man, dass das Hochwasser der Etsch über der Flusssohle eine Höhe von fast 7 *m* erreicht, und dass es alles zerstörend über die niedrig gelegenen Theile der Thalsohle hinwegfegt, so liegt nichts näher als der Gedanke, sich in erhöhter Lage an einem der Schuttkegel anzusiedeln, soweit nicht einzelne erhöhte Theile des Hauptthales sicheren Schutz gewähren.

Hiebei ist aber unter den heutigen Verhältnissen des Etsch-Thales gerade die Lage am Ausgange der Seitenbäche die allergünstigste, indem die felsige Schlucht zumeist am Ausgange eine Krümmung bildet, so dass sich hinter dem an einem Ufer vorspringenden Felskopfe ein sehr gesicherter Platz für eine kleine Ansiedlung trotz des noch so gefährlichen Wildbaches ergibt. Kurze Schutzwerke an dem einen betreffenden Ufer vervollständigen die Sicherheit des Ortes, so lange er klein ist, und das waren ja alle Ortschaften bei ihrer Gründung. Erst mit zunehmender Grösse der Ansiedlung entstand und vergrösserte sich die Gefahr für dieselben.

Es kann also aus der Gründung der Ortschaften an den Schuttkegeln keineswegs gefolgert werden, dass die Wildbäche damals ungefährlich gewesen sein müssten.

Aber selbst heute werden an höchst gefährlichen Wildbächen Ortschaften, die zum grössten Theile zerstört worden sind, wieder an derselben Stelle gebaut, weil die Lage im allgemeinen so günstig ist, dass die seculare Gefahr der Vermurung und theilweise Zerstörung immer noch in den Kauf genommen werden kann. Hiezu kommt noch die Geschicklichkeit und Thatkräftigkeit der Gebirgsbewohner und auch der Umstand, dass das Herannahen grosser Geschiebebewegungen zumeist lange vorausgesehen wird und daher Menschenleben fast nie, jedenfalls aber unvergleichlich seltener zugrunde gehen, als durch das tückische Wasser des Hauptflusses, gegen welches die beim Wildbach zumeist rechtzeitig mögliche Flucht nur ein schwacher Anker ist.

Für alles dies kann jeder Gebirgskundige zahlreiche Beweise anführen.

Nachdem die fruchtbarsten und ausgedehntesten Fluren in der Etsch-Ebene sind, so ist es klar, dass die Einwohner zuerst trachteten, sich, wo es die Verhältnisse des Etsch-Hochwassers erlaubten, möglichst nahe an ihren Besitzungen, also im Etsch-Thale anzusiedeln.

Nur wo die Thalniederungen vom Hochwasser allzu bedroht waren, wo mit zunehmender Bevölkerung auch weitere Ansiedlungsplätze gesucht werden mussten oder wo sonstige specielle Gründe vorhanden waren, wurde auch auf die Schuttkegel gegriffen.

Bei Erörterung einiger der grössten Wildbäche der unteren Etsch, nämlich des Avisio, der Fersina, des Ross-Baches und des Leno wird der historische Nachweis geführt, dass die ersten Ansiedlungen nicht an den Schuttkegeln entstanden, sondern dass die letzteren erst mit zunehmender Bevölkerung besiedelt worden sind. Es wird auch darin der Beweis geführt, dass vom ersten Augenblicke der Besiedlung an, auch sofort der Kampf mit dem betreffenden Wildbache aufgenommen und bis heute fortgeführt werden musste. Diese grössten Wildbäche der unteren Etsch waren daher bei der Begründung der Ortschaften an ihren Ausgangsschluchten nicht in Ruhe, es wurde ihnen auch bei Gründung der ältesten Ortschaften im Etsch-Thale keineswegs ein Vorzug gegeben. Das schöne Gemälde von den erloschenen Bächen und den an denselben in paradiesischem Frieden blühenden Ortschaften zerfällt daher für das Etsch-Thal in einen genial gedachten, aber durch nichts begründeten Traum.

So kann auch Verfasser die französische Eintheilung der neuen „torrentiellen Aera,“ nämlich der Aera der erneuten Wildbachthätigkeit, nach jenem erträumten ehemaligen Gleichgewichtszustande, als eigener geologischer Periode, nicht als zutreffend erachten, sondern ist vielmehr der festen Ueberzeugung, dass die torrentielle Aera in Tirol seit dem Rückgang der diluvialen Gletscher ziemlich ununterbrochen bis heute dauert, wenn auch in einzelnen Gebieten durch Entwaldungen die

Wirksamkeit dieser Periode in stärkerem Maasse zur Geltung kommt.

Die torrentielle Thätigkeit ist von der Geschiebeführung der Etsch keineswegs qualitativ, sondern bloss quantitativ unterschieden; beide zusammen arbeiten emsig an der Ablagerung der geologischen Schichten, welche wir, die einstigen Petrefacten derselben, gegenwärtig Alluvium nennen.

Der Vollständigkeit wegen sei hier erwähnt, dass in historischer Zeit, lange vor ausgedehnten Entwaldungen Ausbrüche und Verwüstungen der Wildbäche aus allen Gebieten der Alpen bekannt sind. So hatte mit den Schwierigkeiten, welche ihm durch die Verwüstungen der Durance mit ihren Seitenbächen verursacht wurden, schon Hannibal zu kämpfen, wie aus Livius bekannt ist. Ebenso berichtet schon Virgil über eine zerstörende Hochflut des Po.

B. Allgemeines über die Entstehung von Kettengebirgen.

Die Gelehrten des Alterthums haben angenommen, dass im Inneren der Erde Feuer und Wind enthalten sei, welche mitunter durchbrechen oder mindestens Erdbeben verursachen.

Descartes[1] stellte im vorahnenden Genie die Hypothese auf, die Erde sei ein Feuerball, wie die übrigen Gestirne. Im Laufe der Zeit sei sie abgekühlt; unter der steinigen Erstarrungskruste liege glutflüssiges Gestein.[2]

Newton erblickte in der Abplattung der Erde einen Beweis für deren ehemals glutflüssigen Zustand.[3]

Steno, Kircher (1664) und Leibnitz[4] schliessen sich dieser Anschauung an. Der letztere lehrt, die Erde sei ein glühend flüssiger, rollender Ball, welcher die Luft in Blasen ausgeschieden habe. Die italienischen Vulcanologen, ferner Buffon (1749), Hutton, Faujas, Dolomieu sind sämmtlich Anhänger der Lehre vom Centralfeuer. Dieses wird von ihnen als die Ursache der Vulcanausbrüche, der Erdbeben und der heissen Quellen bezeichnet.

Laplace, Fourier und Cordier waren es aber, welche diese Hypothese wissenschaftlich begründeten.[5]

Heute muss es als feststehend angenommen werden, dass die Erdkugel einst feuerflüssig war und in Erstarrung begriffen ist. Wie weit die letztere bereits gediehen ist, kann aus der Temperatur der heissen, an allen Stellen der Erde entströmenden Laven, welche nichts anderes sind, als geschmolzene Gesteine und der innerhalb gewisser Grenzen bekannten Temperaturs-Zunahme nach dem Erdinneren nahezu geschlossen werden. Nachdem diese Temperaturszunahme etwa 1° C. per 30 *m* Tiefe beträgt und die Temperatur der feuerflüssigen Laven mit 2000° C. angenommen wird, so würde sich die Dicke der Erdkruste sehr gering ergeben. Wird aber berücksichtiget, dass die Temperaturszunahme gegen das Innere der Erde progressiv abnehmen dürfte, so kann wohl die Dicke der Erdkruste mit etwa 10 Meilen, viele Autoren nehmen sogar 20 Meilen an, geschätzt werden.

Dass die Gebirge der Erde durch Störungen der Erdrinde entstanden seien, unterlag seit langem keinem Zweifel, noch vor einem Decennium aber wurde von den meisten deutschen Geologen die Ansicht vertreten und herrschte in den allgemeinen Lehrbüchern vor, die Gebirge seien durch das Heraustreten einer starren oder halbstarren oder feurig-flüssigen Gesteinsmasse längs einer Linie oder durch Emporpressung von Gesteinen längs einer Linie, der Gebirgs-Axe, entstanden, wobei

[1] Descartes: Princ. Phil. 1644.

[2] Citiert in Ed. Reyer: Ansichten über die Ursachen der Vulcane. Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt, 1892.

[3] Newton: Princ. mat. 1687.

[4] Leibnitz: „Protogaea.“ Acta erud. 1693 und ed. Scheid.

[5] Neumayr: Erdgeschichte.

die oberen Schichten der Erde nach rechts und links auseinander getrieben und so die Gebirgsketten aufgerichtet worden seien.[1]

L. v. Buch[2] behauptete, dass alle Gebirge durch Porphyr, Hopkins,[3] dass dieselben durch elastische Dämpfe gehoben worden seien.

Nach dunklen Andeutungen Elie de Beaumont's[4] war Const. Prevost der erste, welcher das Vorhandensein irgend einer centripetalen, erhebenden Kraft in Abrede stellte und die Hebungen nur als secundäre Folge benachbarter Senkungen erklärte, wie dies vor ihm auch Deluc behauptete (Suess).[5]

Erst als Lory und Magnan in den Alpen und Pyrenäen grosse im Streichen liegende Verwerfungen entdeckten, deren Ebenen nicht gegen aussen, sondern gegen das Innere der Kette geneigt sind, schlossen sie daraus, dass die Gebirge durch Verwerfungen infolge einer Contraction des Erdinneren und Verringerung des Volums des Erdkernes entstanden seien.[6]

Leconte erklärte 1872 die Faltung und Schieferung der Gebirge durch horizontalen Druck, wobei ein Aufschwellen der Masse erfolgt, welches die Höhe der Gebirge bedinge.

Mallet,[7] Dana[8] und andere haben die Theorie der Gebirgsbildung durch einseitigen horizontalen Schub, Einsenkung neben Bruchspalten und die nebensächliche Erscheinung der Vulcane an den Bruchspalten weiter ausgebildet. Diese Theorie ist namentlich durch die geniale Auffassung und Darstellung Eduard Suess', welche in seiner epochemachenden Schrift: Die Entstehung der Alpen, 1875, niedergelegt sind, zur allgemeinen Verbreitung und in der Hauptsache auch zur allgemeinen Anerkennung gelangt. Eine eingehende theoretische Ausführung erfuhr der Gegenstand durch Albert Heim,[9] welcher als Schüler Escher's von der Linth in den Schweizer Alpen umfassende Studien machte.

Heim unterscheidet vier Arten von Bergmassen: 1. Vulcane, 2. Kuppengebirge, 3. Plateau- oder Massengebirge und 4. Kettengebirge.

Die Vulcane sind meist einzelne, in Linien angeordnete kugelförmige Berge, der Hauptmasse nach durch Aufschüttung von Eruptionsproducten um einen Punkt herum als geschlossener Kegel gebildet. Die Kuppengebirge (Typen sind: böhmisches Mittelgebirge, Siebengebirge, vulcanische Eifel, Höhgau, ungarisches Trachytgebirge etc.) sind aus einzelnen Bergen zusammengesetzte Gebirge; sie sind eine Anhäufung von alten Vulcanen, theils vielleicht homogenen, grösstentheils aber von gewöhnlichen Vulcanen, welche im Laufe der Zeit durch Denudation Krater und Tuffmassen soweit verloren haben, dass der innere Stock compacteren vulcanischen Gesteines als resistenzfähigere Masse gipfelbildend zu Tage tritt.

Ganz anders ist es mit den beiden letzteren, den Plateau- und den Kettengebirgen: da sind nicht die einzelnen Berge das Ursprüngliche, aus dem das Gebirge sich zusammengesetzt

[1] Suess: Die Entstehung der Alpen. Wien 1875, und: Antlitz der Erde 1885.

[2] Poggendorff's Annalen. IX, 1827.

[3] Transact. Cambrigde phil. Soc. VI; Report Brit. Assoc. 1847.

[4] Notice sur le Système de Montagne 1852.

[5] Bull. Soc. géol. XI. 1840. — Comptes rendus T. XXXI, 23. September 1850.

[6] Magnan. Du mode de Formation des Montagnes. Mém. Soc. géol. 2 Serie X, 1874.

[7] Volcanic Energy; Philos. Transact. 1874.

[8] Amer. Journ. of Scients and Arts. Vol. IV et V. — Manual of Geology 1875.

[9] Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschlusse an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe von Albert Heim, Professor der Geologie am eidgenöss. Polytechnicum und der Universität in Zürich. Basel 1878.

hat, sondern, da ist das Gebirge das Ursprüngliche, aus dem erst nach und nach die einzelnen Berge und Thäler immer individualisierter durch die Verwitterung herausmodelliert worden sind. Massen- und Kettengebirgen liegen grösstentheils Bewegungen der scheinbar festen Erdkruste zugrunde, und zwar wiegt bei den Massengebirgen (Typus: Schwarzwald) Verticalbewegung der Erdkruste vor, die Kettengebirge (Typen: Jura, Alpen, Himalaya) sind durch eine Horizontal-Bewegung, ein in sich Zusammenschieben der äusseren Erdrinden-Schichten, entstanden. Eruptivgesteine treten bei Massen- und Kettengebirgsbildung gleichzeitig mit der Hebung entweder gar nicht auf, oder sie sind ganz secundäre, passive Erscheinungen in der Hebungsgeschichte.

Die Entstehung der Vulcane und Kuppengebirge ist daher eine Neubildung, die der Massen- und Kettengebirge eine Ortsveränderung schon vorhandener Gesteine.

Es kann vorkommen, dass sich diese zwei Grundcharaktere decken, dann entstehen Gebirge von gemischtem Charakter.

Kettengebirge mit Centralmassen sind nach Heim die intensiver gefalteten Stellen, solche ohne Centralmassive die etwas weniger hochgradig gefalteten Stücke der Erdrinde. Manchmal beruhe der Unterschied nicht einmal in der Intensität der Faltung, sondern bloss darin, ob die Verwitterung die krystallinischen Kerne der Ketten schon entblösst habe oder nicht. Hebungen und Senkungen, welche zonenförmig in den Kettengebirgen miteinander wechseln und Falten bilden, sind nur durch Ausweichen der Erdrinde auf einen Tangentialschub entstanden, sie sind primär keine Verticalbewegung, sondern Horizontalbewegung.

Damit die Erde sich falten konnte, musste die Erdrinde für den inneren Erdkern zu weit geworden sein, daher der Erdumfang vor der Stauung der Gebirge um denjenigen Betrag grösser gewesen sein muss, welcher sich aus dem Ausglätten der Falten der Kettengebirge im Vergleich zur jetzigen Breite der Gebirgszone ergibt. Wie die Haut eines austrocknenden Apfels allmählich für denselben zu gross wird, und feine Falten bildend auf den schwindenden Kern nachsinkt, so musste sich auch die Erdrinde verhalten. (Heim.)

Heim versucht es, das Maass des Zusammenschubes, welches zur Stauung der Kettengebirge führte und um welches gleichzeitig die Erde in ihrem Umfang kleiner geworden ist, zu berechnen.

Er benützt hiezu thatsächliche Querprofile durch den Jura, in welchen alle Falten genau zu verfolgen sind und berechnet, dass sich beispielsweise Genf und St. Claude jetzt um 5200 *m* näher liegen, als die gleichen Stellen vor der Faltung des Jura. Ebenso berechnete er den Zusammenschub der Alpen auf Grund thatsächlicher Profile und kommt zum Schlusse, dass der absolute Zusammenschub für die ganze Breite der Alpen mit 120.000 *m* oder 120 *km* angenommen werden kann.

Der Erdumfang, gemessen im Meridian, welcher die Central-Alpen schneidet, war also vor Bildung der Alpen — es ist dies keine Hypothese, sondern ein Resultat directer Beobachtung — um etwa 120.000 *m* länger als nachher.

Während er jetzt 40,023.512 *m* beträgt, muss er damals 40,143.512 *m* gemessen haben. Er hat sich somit durch die Alpenbildung um 0·2998% oder um das 0·003fache verkleinert und es muss sich der Radius des Kernes um einen gleichen Factor verkürzt haben. Dieser für die ganze Kugel verschwindend geringe Betrag genügte, um die Alpen zu stauen; die Gebirge sind eben nur verschwindend kleine Runzeln der Erdrinde, deren Grösse im Vergleiche zur Erde wir leicht überschätzen.[1]

[1] Heim: Mech. d. Gebirgsbildung.

Auf dem Meridiane, der die Alpen schneidet, finden sich noch einige andere Gebirge und zwar nach Norden: Schwarzwald, Taunus, Teutoburgerwald, Skandinavisches Hochgebirge; nach Süden: Apeninnen, Sardinien und Atlas. Werden alle diese Gebirge einschliesslich der schon abradierten älteren Gebirge, deren ehemaliger Bestand nur aus der Schichtenstellung erkennbar ist, berücksichtiget, so ergibt sich nach Heim die gesammte Umfangsverkürzung durch die genannte Gebirgsbildung mit etwa 360.000 *m* oder 360 *km*, das macht 0·89% des Erdumfanges. Der mittlere Radius betrug vor jeglicher Gebirgsfaltung 6,427.000 *m*, jetzt beträgt er nur 6,370.000 *m*. Während die Gebirge sich aufthürmten, sank gleichzeitig die übrige Erdrinde im Durchschnitte dem Erdmittelpunkte um 57.000 *m* näher.

Bei dem heutigen Stande der Wissenschaft können wir diese Ziffern, welche selbstverständlich nur approximativen Wert haben, als der Wahrheit nahekommend und für praktische Verwendung verwendbar erachten. Ob sie nun in der Zukunft auch rectificiert werden mögen, so sind doch diese epochemachenden Resultate des genialen Verfassers geeignet dem praktischen Ingenieur ein Bild der Erdbewegung zu geben und denselben vor Ueberschätzung der gewaltig entgegentretenden Phänomene der Alpen zu bewahren.

Für den Alpen-Ingenieur ist es aber von hervorragender Wichtigkeit mit seinem Objecte, d. i. mit den Alpen selbst, vollkommen vertraut zu werden. Nur wenn er die Vorgänge bei der Erdfaltung und der Entstehung der Alpen versteht, kann er eine richtige Vorstellung über die heute noch thätigen Kräfte gewinnen.

Insbesondere wird es den Ingenieur ermuthigen, wenn er die Beobachtung macht, auf wie einfachen mechanischen Problemen der Erdbau beruht und sieht, dass lediglich die ungeheueren Dimensionen der rohen Erdmassen es sind, welche die Phantasie des Beschauers in banges Zagen versetzen und ihm den Muth benehmen, den elementaren Wirkungen der Alpen, insbesondere aber der Gewässer derselben entgegen zu treten.

Wenn die Erdrinde für den Kern zu gross wird, so wirkt die Schwere auf die Rinde ein und zieht dieselbe gegen den Kern. Die Rinde oder Schale verhält sich nun, wie ein allseitig geschlossenes Gewölbe; die Last, die es zu tragen hat, ist das Gewicht der einzelnen Gewölbstheile selbst. Wir können uns durch beliebig viele durch den Schwerpunkt der Erde gehende Ebenen die Erdschale in lauter pyramidale Gewölbsteine zerlegt denken. Das centripetal wirkende Gewicht wird sich an den Fugen der Gewölbsteine stets in einen zu den Fugen nahezu senkrechten Druck, d. h. in einen nahezu tangentialen Druck umsetzen. Die Last der Schale wirkt in der Schale als Horizontal- oder Tangentialdruck. Würde die Stützlinie, beziehungsweise die Drucklinie nach den Regeln der graphischen Statik in derselben Weise construiert werden, wie dies bei Gewölben geschieht, so würde daraus zweierlei hervorgehen. Erstens, dass die Beanspruchung der Erdkruste in jeder Fuge weit grösser ist, als dies das härteste Materiale auszuhalten vermöchte. Schon Belli[1] hat gezeigt, dass, wenn die Erde nur eine Kruste wäre, die geschlossene Gesteinswölbung infolge der Erdschwere einen Druck auszuhalten hätte, der 400 mal grösser wäre, als derjenige, den unsere festesten Gesteine auszuhalten vermöchten. — Zweitens werden sich an denjenigen Stellen, in welchen die Drucklinie der Gewölbslaibung am meisten nähern würde, gefährliche Bruchpunkte bilden, in denen am leichtesten Spalten und Einstürze erfolgen müssen.

[1] Giornale Istit. Lomb. 1850.

An der schwächsten Stelle wird daher Zerquetschen oder Auswärtsweichen in Form einer Falte eintreten. Sobald dies begonnen hat, steigert sich die Falte. Sie ist die schwache Stelle geworden, an welcher die ganze Last der betreffenden Zone der Erdschale sich nun als Horizontaldruck äussert. Es thürmt sich nach aussen eine erste, dann eine zweite, dritte etc. Kette auf, während das gesammte Niveau der Oberfläche entsprechend sinkt.[1] Der Horizontaldruck kann gleichzeitig an verschiedenen auch weiter von einander entfernten Stellen Faltung erzeugen.

Bei dem gleichzeitigen absoluten Zusammenschub können sich die Falten des Kettengebirges bald gedrängter scharen, bald weiter auseinander treten.

Für den Verlauf der Kettengebirge bei einem bestimmten Tangentialstoss ist die Lage älterer, besser gefestigter Gebirge von Einfluss, indem sie gleichsam als Horste emporragen, an denen sich die Wellenbewegung der jüngeren, schwächeren Gebirge staut. Kettengebirge, deren Richtung gegen ein älteres Plateaugebirge zielt, weichen demselben sich umbiegend aus, anstatt es zu durchkreuzen. — Heim verbildlicht dies treffend mit der Faltenbildung an einem Tuche, welches an irgend einer Stelle versteift oder beschwert ist.

So haben die alten Massen der Vogesen, des Schwarzwaldes und das böhmische Massiv ablenkend auf die Alpen und Karpaten gewirkt, welche zusammen nur ein einziges Kettengebirge darstellen.

Nach Bildung der ersten Falte oder vielleicht gleichzeitig bildet sich einwärts der Falte, also in der Richtung gegen das Stosscentrum eine Senkung der Erdschichte. Die durch den weiteren Zusammenschub erzeugten Falten schmiegen sich am leichtesten successive nach aussen an die erste Falte an. Die Falten nehmen meist von den ersteren nach den jüngeren an Grösse ab.

Eine weitere wichtige Frage für den Gebirgsbau ist die Wirkung der Verwitterung oder Denudation.

Wir sehen in den Central-Alpen fast die gesammten sedimentären Formationen und einen Theil der krystallinischen Formationen abgetragen, also gewiss eine Höhe von etwa 1000 *m*. Da sich nun die höchsten Berge durch die Faltenbildung bis gegen 4000 *m* gehoben haben, so scheint die Gebirgsbildung, welche nicht plötzlich, sondern in ungezählten Myriaden von Jahren nach und nach die Gebirge aufrichtete an den höchsten Alpenkämmen etwa 2- bis 4-mal so rasch vorgeschritten zu sein, als die langsamer, aber jedenfalls in einem beachtenswerten Tempo nachfolgende Erosion durch das Wasser.

Wäre dies nicht der Fall, so gäbe es überhaupt keine Gebirge.

Gegenwärtig scheint in den Alpen die eigentliche Faltung längst zum Stillstand gekommen zu sein. Dies scheint aus der Continuität der alten Thalböden in den Hauptflüssen der Alpen hervorzugehen, und so dürfte die Denudation jetzt die Gebirgsbildung weitaus überwiegen und die Einebnung der Alpen wieder vorbereiten.

Da aber die Erde noch im feuerflüssigen, jedenfalls aber mindestens in einem Zustande grosser Temperatur sich befindet, der eine stetige weitere Abkühlung und Contraction des Erdkernes gewärtigen lässt, so ist selbstverständlich die langsame Bildung neuer Gebirge zu gewärtigen, wobei die jetzt bestehenden Gebirge ihre gegenwärtige Configuration noch mannigfacher wechseln, dieselben verschwinden und neuen Gebirgen Platz machen dürften.

Wir schliessen diesen Absatz mit dem nachfolgenden gross angelegten Gedanken Heims:

[1] Heim: Gebirgsbildung.

So erscheint uns das ewige Schwanken der Erdrinde durch ungleichförmiges Nachsinken und dadurch bewirkte Stauung der Erdrinde gegeben.

Während der Zeit, da der Erdradius sich um 50.000 *m* verkleinerte, hat der durchschnittliche Niveauunterschied von Meergrund und Festland in dieser Zahl mehr als 10-mal in je wieder ganz anderer Gruppierung Raum genug gefunden. Ruhe, Gleichgewicht, Abflachung wird erst dann eintreten, wenn die Contraction aufhört. Die Alpen, deren reichen Erscheinungen unsere Untersuchungen vorwiegend gewidmet waren, sind selbst nur durch eine locale Phase des allgemeinen Contractions-Processes der Erdkugel gestaut — unermesslich gross und reich für unser Erfassen, verschwindend klein im Vergleiche zur Erdkugel.

Ihre Stauung war gleich einer Minute, ihre Abspülung wird gleich einer zweiten Minute in der Geschichte des Planeten sein, der selbst nach Raum und Lebensdauer unter den anderen Sternen zwischen der Ewigkeit der Vergangenheit und der Ewigkeit der Zukunft verschwindet.

C. Verbreitung der jungen Kettengebirge auf der Erdkugel.

Fassen wir die Regionen, in denen Kettengebirge, d. h. gefaltete Gebirge mit ausgesprochener Längenentwicklung und hervorragender Kamm- und Gipfelbildung vorhanden sind, zusammen, so sehen wir, dass sie eine grosse zusammenhängende Zone über die ganze Erdkugel bilden und begegnen hier einer der merkwürdigsten Erscheinungen der topographischen Geographie, welche für das Verständnis des Wesens der Gebirgsbildung von ausschlagender Bedeutung ist.

Suess war der erste, welcher auf Grund einer grossartigen Kenntnis der Literatur und des Terrains den einseitigen Bau aller dieser Kettengebirge nachwies und sich zu jenem hohen Gesichtpunkte erhob, das einheitliche Zusammengehören aller seit der Tertiärzeit gefaltenen also noch jungen Kettengebirge in der ihm so eigenen, ins Grosse gehenden und genialen Weise auszusprechen.

Folgen wir seinen Beobachtungen, so sehen wir,[1] dass die grosse Hauptzone in Europa an der Küste des atlantischen Oceans beginnt, wo ihr ganz Spanien und der französische Nordabfall der Pyrenäen angehören; sie greift vom südlichen Spanien über die Strasse von Gibraltar nach Nord-Afrika über, wo ihr die Gegend von Marocco, Algerien und Tunis zufallen. In Europa umfasst dieselbe ferner das Jura-Gebirge, die Alpen, Karpaten und den Balkan, sowie alles, was südlich von diesen Gebirgen liegt, also Italien und die Balkan-Halbinsel, sowie alle Inseln des Mittelmeeres, während die Nordküste von Afrika östlich von Tunis schon wesentlich verschiedenen Charakter zeigt und eine horizontale Tafel bildet. Weiter nach Osten fallen in diese Zone die Krim, der Kaukasus und Klein-Asien, ferner das iranische Hochland und der Hindukusch. Wir gelangen nun an die grossartigsten Erhebungen der Erde; vom „Dache der Welt," vom Pamir, der Quellregion des Oxus und der Ströme von Kaschgar und Jarkand, geht im Norden ein mächtiger Ast ab, der gewaltige Tianschan, der die grosse mongolische Wüste nach Norden begrenzt; ob und in welcher Weise von da an nach Nordosten, nach dem Jablonowoi- und Stanowoi-Gebirge und gegen die Nordspitze von Asien, eine Fortsetzung stattfindet, ist noch durchaus unsicher, da diese Gegenden noch fasst vollständig unbekannt sind.

Wir kehren zum Hindukusch und Pamir zurück, von ihnen geht die Hauptfortsetzung der grossen Kettengebirgs-

[1] Wir bedienen uns der Kürze halber der Darstellung Neumayr's (Erdgeschichte).

Zone südlich von der Wüste Gobi aus; ihr gehören die höchsten Erhebungen der Erde an, der Himalaya, der Karakorum, der Küenlün und das ganze tibetanische Hochland. Nun tritt eine vollständige Aenderung der Richtung, eine Schwenkung nach Süden, ein, es folgen die von Norden nach Süden streifenden Ketten von Arakau, Birma, der Malayischen Halbinsel, denen sich dann weiterhin die ebenfalls nach Kettentypus gebauten Sunda-Inseln, Sumatra, Java u. s. w. anschliessen. Nun findet eine ausserordentlich scharfe Umbiegung nach Nordosten statt, und wir sehen die weitere Fortsetzung unserer Zone in der langen Kette der Foston-Inseln, welche von Borneo bis Kamtschatka die Ostküste von Asien begleiten.

Hier verlässt der weitere Verlauf die alte Welt, die Inselreihe der Aleuten, ein grossentheils unterseeisches Gebirge, bildet die Verbindung mit Nordamerika, wo parallel der Westküste eine Reihe wichtiger Ketten von Südosten bis Süden streichen, das Kaskadengebirge, die Sierra Nevada, die Rocky Mountains und die zwischen diesen befindlichen Bergzüge. Die Ausläufer erstrecken sich durch Mexiko nach dem nordwestlichen Theil von Central-Amerika, wo plötzlich eine vollständige Aenderung der Richtung eintritt. Statt dem Verlaufe des Festlandes gegen Panama zu folgen, schwenken die Ketten nach Nordosten um, ihre Fortsetzung findet sich nicht im südöstlichen Theile von Central-Amerika, sondern in dem grossen Inselbogen der Antillen, der sich mit der Insel Trinidad an die Küste von Süd-Amerika anschliesst.

Hier treten nun anfangs von Osten nach Westen, später von Nordosten nach Südwesten streichende Ketten, von Venezuela nach Columbien auf; sie führen zu der Riesenmauer der südamerikanischen Anden hinüber, welche nun in ungeheuerer Erstreckung vom Aequator bis zur Südspitze von Amerika, bis zu den sturmgepeitschten Felsen von Cap Horn, hinabreicht.

Diesen verwickelten Verlauf lässt ein Blick auf die Karte rasch verfolgen; in den Hauptzügen lässt sich derselbe dahin zusammenfassen, dass die Hauptzone der Kettengebirge den Stillen Ocean im Osten, Norden und Westen umrahmt und sich von da, annähernd dem Verlaufe der Osthälfte des „centralen Mittelmeeres", der Jura- und Kreidezeit entsprechend, zwischen Indo-Afrika einerseits und die Hauptmasse von Europa und Asien anderseits, einschiebt.

D. Allgemeines über den Bau der Alpen.

In früheren Zeiten herrschte die Ansicht, dass der Bau der Alpen ein symmetrischer sei, wozu hauptsächlich die Idee beitrug, dass die krystallinische Mittelzone der Alpen durch Hebung hervortrat und zu beiden Seiten, das ist im Norden und Süden, die sedimentären Formationen aufrollte, wodurch die nördlichen und südlichen Kalkalpen entstanden seien.

Die neueren Geologen, insbesondere Suess, haben jedoch schlagend nachgewiesen, dass der höchst complicierte Falten- und Senkungsbau der Alpen durch eine so einfache Hebung der Central-Alpen unmöglich erklärt werden kann, und dass der früher supponierte symmetrische Bau der Alpen überhaupt gar nicht vorhanden sei. Insbesondere wurde darauf hingewiesen, dass beispielsweise die Central-Alpen am Rhein durch krystallinische Einlagerungen unterbrochen sind, dass die West-Alpen eine südliche Nebenzone aus Kalkgebirge gar nicht besitzen, sondern diese erst vom Lago maggiore beginnt und dass überhaupt der ganze Bau der Alpen kein symmetrischer, sondern durchaus einseitiger sei.

Ueberdies besteht das Alpengebirge nicht aus einer einzigen Kette, was bei einer centralen Hebung durch Eruptivgesteine stattfinden müsste, sondern aus einer ganzen Reihe dicht an einander gedrängter Längsketten, welche sich gegen Osten von einander trennen und als selbständige Ketten, also von den Central-Alpen unabhängige Gebirgs-Individuen weiterziehen.

Aber auch die Annahme, dass die krystallinische Centralzone der Alpen vulcanischen Ursprunges sei, hat sich als ganz unhaltbar erwiesen, indem ja Eruptivgesteine in den Central-Alpen nur in ganz nebensächlicher Weise vorkommen und in keiner Weise eine wichtige Rolle spielen, die grosse Masse der Central-Alpen aber aus krystallinischen Schiefern besteht, welche vollständig geschichtet sind, und daher entweder die ursprüngliche erstarrte Erdkruste darstellen oder aber metamorphisierte älteste Sedimente sind. Dass diesen keine hebende Kraft zugeschrieben werden kann, wie etwa vulcanischen Eruptionen, ist selbstverständlich.

Betrachten wir den Verlauf der Alpen im allgemeinen, wie sich derselbe auf Tafel 1 darstellt, so finden wir, dass sie, vom Golfe von Genua beginnend in einem mächtigen Bogen bis gegen Wien sich erstrecken, von wo sie in die Karpaten übergehen, während sie sich gegen Osten und Süden in andere Ketten verzweigen.

Der Verlauf dieser Ketten ist durch die im Norden und Osten der Alpen anstehenden alten Massengebirge, welche nach dem Absturz der sie umgebenden Schichten als Horste zurückgeblieben sind, und an denen sich die Wellen der Alpenfaltung brechen, genügend erklärt. Es ist dies das Centralplateau von Frankreich, die Vogesen, der Schwarzwald und die böhmische Masse. Diese Massengebirge sind Bruchstücke des mitteleuropäischen Schollenlandes, welches von einem Netzwerk von Spalten durchsetzt ist, zwischen denen einzelne Theile abgesunken, andere als Pfeiler zurückgeblieben sind.[1]

Der von Süden kommende Tangentialdruck verursachte die Faltung des Alpensystemes. Diese Falten stauten sich an den erwähnten Massengebirgen im Westen und Norden; sie ziehen südlich unter den Vogesen und dem Schwarzwald, zeigen deutlich das Ausweichen um die böhmische Masse, welche sich bekanntlich bis zum linken Donau-Ufer erstreckt, wobei die einzelnen Ketten dicht an einander gepresst sind und erst, nachdem sie dieses letzte Hindernis umgangen haben, verzweigen sie sich fächerartig nach Osten.

Die nördlichste Kette, welche beim Bisam-Berge westlich von Wien scheinbar ihr Ende findet, hat ihre Fortsetzung in den Nikolsburger Bergen und den Karpaten bis Schlesien, wie durch die Forschungen Hauer's und Suess' zweifellos sichergestellt ist. Die Unterbrechung oberhalb Wien ist nur eine Eintauchung des Gebirges in die jungtertiären Bildungen. Ein Beweis, dass diese alpine Sandsteinzone sich in Mähren thatsächlich fortsetzt, liegt in dem charakteristischen Aufragen von Jura-Kalksteinkuppen aus dem erodierten Sandstein in der ganzen Strecke zwischen dem Ende der Alpen- und dem Beginne der Karpatenkette.

Andere Ketten setzen östlich von Wien über die Donau und gehen direct in die Karpaten über. Die stellenweise Unterbrechung im Wiener Becken ist durch Kesselbrüche vollkommen nachgewiesen.

Die nördlichste Zone der eigentlichen Süd-Alpen hat ebenfalls noch ein nordöstliches Streichen und zieht sich unterhalb Cilli am Nordwestgestade des Platten-Sees gegen Budapest, den Bakonyer-Wald, das Graner und Ofener Gebirge bildend. Die nächst südlicher gelegene Kette der Süd-Alpen zieht von Laibach aus genau nach Osten und bildet das Ivančica-Gebirge in Kroatien.

[1] Neumayr: Ketten- und Massengebirge, Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines 1888.

Die südlichsten Ketten der Süd-Alpen, welche beiläufig aus der Gegend nördlich des Garda-Sees in Südtirol kommen, streichen östlich oberhalb Belluno, wenden sich dort nach Südosten und streichen zuerst das dinarische Gebirge bildend, gegen den Balkan, Griechenland und Asien.

Diese Bildung der Ketten durch Faltung ist aber bei der Bildung der Alpen nicht der einzige Vorgang, sondern es tritt hier noch die Bildung von Senkungsgebieten, das Absinken ganzer Schollen der Erdmasse an Bruchspalten und Rissen in den Vordergrund. Solche Senkungsgebiete sind am Südfusse der Alpen die Po-Ebene mit den Basalten des Gebietes von Vicenza und Verona und den Trachyten der Euganeen, die ungarische Tiefebene mit ihren riesigen Trachyt-Massen am Südfusse der Karpaten und das tyrrhenische Meer am Innenrande des Apenin mit den dazu gehörigen italienischen Vulcanen.

E. Die Entstehung der Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Etsch-Gebietes.

In der paläozoischen Periode, insbesondere während der Silur- und Devon-Formation, war von den Alpen noch nichts vorhanden, insbesondere war ein einheitlicher Zusammenhang des Terrains, auf welchem sich jetzt die Ost-Alpen erheben, mit demjenigen, welches heute die West-Alpen einnehmen, in keiner Weise vorhanden; vielmehr hiengen einzelne Theile des Alpengebietes mit den Formationen benachbarter anderer Gebiete zusammen, während andere Theile des jetzigen Alpenterrains dem geologischen Charakter nach zu ganz anderen Gebieten gerechnet werden konnten. So weisen die silurischen und devonischen Ablagerungen auf diese Formationen in Böhmen hin, während die West-Alpen derlei Ablagerungen nicht enthalten.

Zu Anfang der Steinkohlenperiode war Mittel-Europa grösstentheils vom Meere bedeckt und wir finden daher übereinstimmende Ablagerungen der Kohlen-Formation sowohl in den Ost- als in den West-Alpen, als auch in dem ausserhalb der Alpen liegenden Gebiete, so dass von einer Individualisierung der Alpen noch nicht die Rede war.

Aus dem carbonischen Meere traten nach und nach Inseln hervor, insbesondere im Gebiete der Tauern und Oetzthaler Alpen [1] und schliesslich trat gegenüber der zunehmenden Landbildung das Meer zurück, so dass das Alpenterrain mit Mittel-Europa zusammenhieng.

Dieses gesammte Land aber erfuhr, kaum dass es aufgetaucht war, eine lebhafte Gebirgsbildung, [2] seine Schichten wurden wirr zusammengefaltet, geknickt und gebogen — was aber nicht bloss in den Alpen, sondern in ganz Mittel-Europa bis an die Grenzen des norddeutschen Flachlandes geschah. Ein grosses Hochgebirge, der Vorläufer der heutigen Alpen, war entstanden, aber aus demselben gieng nicht unvermittelt das jetzige Gebirge hervor, sondern es traten Vorgänge ein, welche in Süd- und Mittel-Deutschland, wie in den Alpen die aufgethürmten Gebirge durch Erosion und Ablagerung des erodierten Materiales wieder vollständig einebneten. Ueber die damals schon aufgerichteten Gneis-, Glimmer- und Thonschieferschichten der Alpen breiteten sich horizontale Bänke von Geröll, die Vertiefungen ausfüllend.

Diesen Vorgang bezeichnet Professor Dr. Penck als einen der wichtigsten Abschnitte in der Entwicklungsgeschichte Mittel-Europas, er diene daher als chronologische Marke und bezeichne den Beginn des Mittelalters der Erde, der mesozoischen Aera.

[1] Mojsisovics: Dolomitriffe Südtirols.

[2] Wir folgen hier den Ausführungen Pencks's: Der Brenner, Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines 1887.

Bis dahin lief die Entwicklung Mittel-Europas und der gesammten Alpen so ziemlich parallel, nunmehr aber begannen die Ost-Alpen sich aus dem übrigen Europa loszuschälen und erfuhren eine durchaus eigenartige bis auf die Gegenwart anhaltende Fortbildung.

Ueberdies beginnen auch die Central-Alpen zum Unterschiede von den erst später entstandenen Kalk-Alpen sich zu trennen und eine eigene Rolle zu spielen. Die Aufstauung der mittleren Längszone der Central-Alpen zur permischen Zeit war von einer allmählichen Senkung der äusseren Zonen und von der Bildung grosser Vulcane am Südrande begleitet. [1]

Die vulcanische Thätigkeit manifestierte sich namentlich in der Gegend der heutigen Etsch-Bucht, welche den concaven Innenrand des entstehenden ostalpinen Inselgebirges bildete.

In früheren Zeiten wurde vermuthet, dass die Incontinuität des Innenrandes der Süd-Alpen, nämlich der Vorsprung Südtirols gegen die Po-Ebene darin seinen Grund habe, dass das permische Porphyrplateau von Bozen die sich bildenden Gebirgsketten ablenkte. Neuere Forschungen haben aber erwiesen, dass dies keineswegs der Fall sei, sondern dass diese Incontinuität des Innenrandes der Alpen darin seinen Grund habe, dass die Innenränder der Ost- und der West-Alpen eben verschiedenen Senkungsmittelpunkten entsprechen.

Nachdem die Alpen am Schlusse des paläozoischen Zeitalters eingeebnet waren, tauchten sie unter das Meer, [2] und zwar derart, dass entsprechend der oben angedeuteten Hebung der Central-Alpen diese am spätesten von den Fluten erreicht wurden.

Die Configuration des mesozoischen Meeres und der damaligen Continente war nach den Ausführungen Neumayr's [3] folgende:

Die Vorderindische Halbinsel und Süd-Afrika waren von der zweiten Hälfte der paläozoischen Zeit bis ins Tertiär herein ein zusammenhängendes Festland, indem mitten über den heutigen indischen Ocean eine Festlandsbrücke reichte, deren spärliche Trümmer heute noch Madagascar, ferner die kleinen Inselgruppen der Seychellen und der Amiranten und die Korallenriffe der Chagos, der Malediven und der Lakediven darstellen.

Ebenso war Süd-Afrika mit Brasilien durch eine Festlandsbrücke verbunden, welche das heutige südatlantische Becken einnimmt.

Wir haben also nach Neumayr in der mesozoischen Zeit ein gewaltiges südliches Festland, das seiner grössten Ausdehnung nach südlich vom Aequator lag. Anderseits war von Nord-Amerika der grösste Theil mit Ausnahme des Westrandes, während der mesozoischen Periode ebenfalls festes Land, das im Norden mit Skandinavien im Zusammenhange stand; auch China stellt ein uraltes Festland dar und der Raum zwischen Skandinavien und China bildet ein strittiges Gebiet, das bald vom Meer überflutet war, bald sich wieder aus den Wogen erhob; wir haben also auch hier ein grosses nördliches Festland, das zwar zeitweilig vom Ocean überwältigt, aber doch auch während dieser Periode, namentlich während der Ablagerung der Trias, des oberen Jura und der untersten Kreide, höchstens von seichtem Wasser bedeckt war.

Im allgemeinen haben wir also in der mesozoischen Zeit auch einen Nord-Continent; die geographische Gliederung zeigt uns also ein den heutigen Verhältnissen ganz entgegengesetztes Verhältnis, eine Haupterstreckung der Landmassen von Ost nach West; der atlantische Ocean existierte noch nicht, wohl

[1] Wir folgen hier den Ausführungen Mojsisovics'.

[2] Penck: Der Brenner.

[3] Neumayr: Ketten- und Massengebirge.

war aber ein grosses langgestrecktes Meer, das centrale Mittelmeer vorhanden, welches den nördlichen vom südlichen Continent trennte; dasselbe begann im Westen da, wo heute Central-Amerika und die Westindischen Inseln liegen, es erstreckte sich von da quer über das heutige Becken des indischen Oceans und verlief von da aus durch das jetzige Continentalgebiet bis in die Gegend der Mündung des Ganges in den indischen Ocean. Der asiatisch-europäische Ast der jetzigen Kettengebirge lag daher an den wahrscheinlich tiefsten Stellen des centralen Mittelmeeres der mesozoischen Aera.

Wann das nord- und das südatlantische Festland verschwand, lässt sich nicht mit voller Sicherheit angeben, vermuthlich fand dieses Ereignis ziemlich früh in der Tertiärzeit statt; die Verbindung von Nord- und Süd-Amerika und von Asien mit Afrika ist sehr viel jüngeren Datums und dürfte sich endgiltig erst in den letzten Stadien der Tertiärzeit vollzogen haben.

In diesem centralen Mittelmeere ragten die Alpen zur Triaszeit lange als eine langgedehnte, schmale Insel auf, deren Gestade sich mit Korallen-Riffbauten besetzten. Sie waren damals ungefähr der Insel Neu-Kaledonien vergleichbar.[1]

Zur Triaszeit dauerte nach Mojsisovics die Aufstauung in der Axe des Inselgebirges fort, während die äusseren Regionen in einer beschleunigten Senkung begriffen waren. Die norischen Vulcane der Süd-Alpen stehen am Rande des Gebietes stärkerer Senkung und ist es sehr bezeichnend, dass die auf das Südgehänge der Alpen beschränkten Vulcane in einer parallelen Linie dem Saume des Inselgebirges folgen. Die Verbindungslinie der norischen Vulcane im Avisio-Gebiete mit den gleichzeitigen Vulcanen bei Recoaro-Schio streicht parallel der westlichen Begrenzung der Etsch-Bucht und ebenso gestattet nach Mojsisovics die Vertheilung der intrusiven Massen und selbst die Verbreitung des vulcanischen Detritus den Schluss auf einen analogen Parallelismus in den übrigen Süd-Alpen.

So spielen nach Mojsisovics die gebirgsbildenden Bewegungen in den Ost-Alpen bereits in Zeiten zurück, wo die mächtigsten Formationen der Nebenzonen gebildet wurden und die ganze spätere Anlage und Gliederung erscheint bedingt durch die am Beginne des mesozoischen Zeitalters von der Gebirgsbildung vorgezeichneten Contouren.

Diese Gebirgsbildung selbst, wenn sie auch submarin vor sich gieng, war vom Verlauf der mitteleuropäischen Massengebirge abhängig, welche damals bereits vorhanden waren. Es wird daher durch diese Erklärung Mojsisovics die Suess'sche Theorie von der Stauung der Gebirgsfalten an den alten Massengebirgen in keiner Weise beeinträchtigt.

In der Mitte der Triaszeit gewann das Meer immer grösseren Umfang, und breitete sich über den grössten Theil der Central-Alpen aus, bis zum Beginne der Jura-Periode. Dass dem so gewesen, macht die Brenner-Gegend zweifellos.[2]

Hier lagert auf dem Material der Central-Alpen das Materiale der Kalk-Alpen, und zwar, was von höchster Bedeutung ist, sind die Triaskalke der Central-Alpen nicht steil aufgerichtet, sondern schwebend. Pichler[3] und Mojsisovics[4] heben hervor, dass die an den beiden Längenflanken der Central-Alpen abgelagerten Kalkmassen gegen Schluss der mesozoischen Periode heftigen Schichtenstörungen ausgesetzt waren, während die über den Central-Alpen ausgebreiteten Kalke im wesentlichen ungestört liegen blieben und namentlich nicht von jener Faltung ergriffen wurden, welche die Schichten der nördlichen Alpen so mächtig zusammenpresste. (Penck.)

Es habenso mit die Central-Alpen und die Kalk-Alpen den Process der Faltung zwar nach denselben Naturgesetzen, aber nicht gleichzeitig durchgemacht.

Zu Beginn der Jurazeit tauchte die Mittelzone der Ost-Alpen über den Meeresspiegel empor, denn vom Beginne der Kreidezeit taucht bereits das Gebiet der nördlichen Kalk-Alpen, dann die Karnischen Alpen und die Karawanken über den Meeresspiegel empor.

Gegen das Ende der Kreide- und den Beginn der Tertiärzeit fällt auf einen Zeitraum von ungezählten Millionen Jahren vertheilt, jene letzte namhafte Ausgestaltung des Kalk-Alpen-Systemes, welche durch die Grossartigkeit ihres Gesammteindruckes viele Geologen zu der Meinung veranlasste, dass die Alpenaufrichtung überhaupt nur in dieser Periode ohne Vorbereitung in den vorhergegangenen Zeitperioden vor sich gegangen sei.

Die neueren Geologen schliessen sich aber immer mehr der Ansicht an, dass zur Annahme so rapider, katastrophenartiger Vorgänge, wie eine Faltung der Alpen, in einer verhältnismässig zu kurzen Zeit zur Tertiärperiode keine Veranlassung vorhanden sei und nehmen an, dass die Grundlage des Alpenbaues die langsam vorbereitete Faltung zur Dyas- und Triaszeit war und dass die späteren secundären Fältelungen und Zerreissungen der Tertiärzeit gewissermaassen den verdeckten Bauplan der Ost-Alpen mehr äusserlich ausgestalten.[1]

Bei der Beschreibung der Art und Weise, wie diese letzte Ausfaltung der Kalk-Alpen vor sich gieng, folgen wir im nachstehenden den trefflichen Ausführungen Professor Penck's.

Die Verschiedenheit in der Entwicklung der Central- und Kalk-Alpen, deren erste Andeutungen in der Triasperiode verspürbar waren, hält durch das ganze mesozoische Zeitalter an und gelangt während der mittleren Kreideperiode und gegen Schluss der letzten, als die Kalk-Alpen gefaltet wurden, erneut zum Ausdruck.

Die Senkung der Kalk-Alpenzonen, einem Abbrechen vergleichbar, erfolgte im Norden längs einer ziemlich geraden Linie, welche durch das Ober- und Unter-Innthal und weiter durch die Verbindung zwischen Wörgl und Reichenhall bezeichnet wird.[2]

Nördlich dieser Linie haben die Trias-Schichten ausserordentliche Störungen erlitten, südlich derselben lagern sie sowohl in der Gegend von Innsbruck, wie auch im Berchtesgadener Lande ziemlich horizontal.

Der Abbruch im Süden, welcher durch ein Aufzerren der Unterlage infolge eines bei einer neuen Erdcontraction erfolgten Tangentialschubes vom Süden her erfolgte, geschah in verwickelter Weise. Er erfolgte längs verschiedenen Spalten, welche nicht geradlinig verlaufen, sondern unter einem rechten Winkel zusammenstossen. Einerseits bezeichnet das Puster-Thal mit dem Drau-Thal einen solchen Abbruch, dessen Spuren sich westwärts fortsetzen bis in die Gegend von Sterzing; ein weiterer Abbruch aber fand rechtwinkelig hiezu statt, er wird durch das Thal von Judicarien und durch dessen ideale Fortsetzung bis in die Gegend von Meran markirt. Beide Linien spielen nach Penck dieselbe Rolle, wie das Inn-Thal auf der Nordseite der Alpen, das von ihnen umschlossene Areal zeigt die Kalkschichten steil aufgerichtet, im Osten parallel dem Puster-Thal, im Westen parallel zur Judicarien-Spalte, nur dass

[1] Penck: Der Brenner.
[2] Penck: Der Brenner.
[3] Zeitschrift des Ferdinandeums III. Heft VIII 1859.
[4] Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. Jahrbuch der geolog. R.-A. 1873.

[1] Mojsisovics: Dolomitriffe Südtirols.
[2] Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges.

zwischen beiden eine ausgedehnte Platte blieb, das Bozener Porphyrgebiet nebst den Südtiroler Dolomiten, welche erst von Valsugana an lebhaftere Störungen aufweist.

Zwischen diesem Porphyrgebiet und der Judicarien-Linie ist das Land wie ein Graben eingesunken.

Der längs der genannten Linien erfolgte Absenkungsprocess äussert sich gegenwärtig nicht durch eine besonders tiefe Lage des abgeglittenen Landes, die nördlichen und südlichen Kalk-Alpen stehen den Central-Alpen an Höhe nur wenig nach. Es hat dies seinen Grund darin, dass das Absinken mit lebhaften Stauchungen und Pressungen verbunden war, wobei die Kalkschichten schräg gestellt wurden und sich dachziegelartig über einander geschuppt, an die Central-Alpen anschmiegten.

Anderseits aber griff auch die Denudation wirksam ein. Je höher ein Gebirge ist, desto schneller wird es zerstört und desto intensiver nagen an ihm Frost und Kälte. Die Central-Alpen, an denen die Kalk-Alpen abgesunken waren, erfuhren demgemäss eine viel raschere Zerstörung, als ihre beiden Nachbarn, wie sie denn auch heute noch fast ausschliesslich die Schauplätze der nagenden und fressenden Thätigkeit der Gletscher sind. Folge davon war, das sie allmählich so weit erniedrigt wurden, dass sie fast in gleiches Niveau mit den Kalk-Alpen geriethen.

Abgetragen wurden, bis auf ganz unscheinbare Reste, diejenigen Kalkmassen, die über ihnen ausgebreitet gewesen waren.

Was die Verhältnisse der West-Alpen, deren äussere, nördliche Zone der Centralmassive einen grossartigen Zusammenschub zur Tertiärzeit erlangt hat, anbelangt, so haben diese ihre eigene Bildungsgeschichte, welche aber mit dem Etsch-Gebiete nicht in Verbindung steht, daher hier auf sie nicht weiter eingegangen werden kann.

F. Der Schichtenbau von Südtirol.

Zwei wichtige Hauptbrüche bezeichnen den Bau von Südtirol, es ist das die schon erwähnte Judicarien-Linie und die Valsugana-Spalte.

Ausser diesen Bruchlinien ist das Südtiroler Alpengebiet noch von einer ganzen Reihe kleinerer Spalten und Flexuren durchzogen, welche in jüngster Zeit, insbesondere durch Mojsisovics,[1] T. Taramelli[2] und Eduard Suess[3] in umfassender Weise klargestellt worden sind.

Vereint mit diesen Störungen muss auch die von Suess hervorgehobene adriatische Senkung der Po-Ebene betrachtet werden und ist die lange Kette des Innenrandes der Alpen in dieser Ebene im grossen und ganzen der Bruchrand dieser gewaltigen Senkung, welche dadurch entstand, dass sich die ganze Erdscholle der Po-Ebene losriss und dem einschrumpfenden Erdkerne anlegte. Durch den Druck dieser Erdscholle auf das nördlich vorliegende Gebiet entstand jener von Süden kommende Tangentialschub, welcher das letztere an die alten Massengebirge des französischen Hochplateaus, der Vogesen, des Schwarzwaldes und der böhmischen Masse anpresste und zur Faltung zwang; hiebei wurden die Schichten der Alpen gebogen, geknickt und umgestürzt, zahlreiche kleinere Schollen innerhalb des Gebirges sanken durch ihre Schwere an der Länge oder der Quere nach entstandenen Brüchen und Flexuren herab und durch die Spalten traten vulcanische Eruptionen zutage.

[1] Dolomitriffe Südtirols und Venetiens.

[2] T. Taramelli. Geologia delle provincie Venete. Mem. Acad. Lyncei 1882. Enthält die reichsten Störungslinien vom Gardasee bis Istrien.

[3] E. Süss: Das Antlitz der Erde. Prag und Leipzig 1885, I. Band.

In der beiliegenden von Suess zusammengestellten Uebersichtskarte Tafel 3, Figur 2, welche seinem neuesten Meisterwerke „Das Antlitz der Erde“ entnommen ist, sind sämmtliche Störungslinien Südtirols übersichtlich dargestellt:

Die Judicarien-Linie. Dieser grosse Bruch beginnt oberhalb des Lago d'Idro, wo man zur rechten Hand mächtige dunkle Massen von permischem Porphyr, Tuff, Schiefer und Sandstein, zur Rechten aber die Kalkwände der Trias sieht. Das Absinken des Gebirges zur Rechten mag nach Suess, dem diese Ausführungen entnommen sind, gegen 2000 *m* betragen haben. Von hier setzt sich der gewaltige Bruch über das Chiese- und Rendena-Thal nach Pinzolo fort, durchsetzt das Gebirge und kreuzt bei Malè, am Ausgange der Rabbi-Thales, das Val di Sole.

Von hier beginnt die bisher nordnordöstliche Richtung sich allmählich gegen Nordost zu wenden; der Bruch setzt sich über Bevia gegen Mocenigo fort und erreicht südlich von dem Ausgange des Ulten-Thales das Thal der Etsch.[1]

Den Ostrand des Bruches bildet das abgesunkene mesozoische Gebirge des Etsch-Thales. An der mächtigen Laugenspitze, südlich von der Kreuzung des Etsch-Thales, tritt die mächtige südtirolische Porphyrdecke, welche überall die Unterlage der sedimentären Etsch-Mulde bildet, deutlich zutage.

Der Westrand der Bruchlinie besteht der Hauptsache nach aus älteren krystallinischen Schiefern, dem Tonalit und Granit des Adamello-Stockes. Noch bevor das Etsch-Thal erreicht wird, taucht an dem Westrande des Bruches von St. Pankraz im Ulten bis zur Etsch ein grosser Tonalitstock hervor, während an der Ostseite des Bruches an dieser Stelle die Porphyrdecke und Grödener Sandstein auftreten. Die Karte der Umgebung von Meran von C. W. C. Fuchs zeigt deutlich, wie der Tonalitstock, der grosse Bruch und die Porphyre und permischen Ablagerungen in der Nähe dieser Stadt schräge das Etsch-Thal überqueren.[2]

Der Judicarienbruch lässt sich durch die Naifs-Schlucht bei Meran bis Weissenbach in Penser-Thal verfolgen, wo er sich gegen Ost wendet. Der Granitstock, der durch das Penser-Thal, dann ostwärts bei Mauls und der Franzensfeste quer über die Brenner-Strasse streicht,[3] bezeichnet mit seinem Südrande den Judicarienbruch, welcher in der Nähe der Brennerstrasse nicht mehr wahrnehmbar ist. Die Judicarien-Bruchlinie besitzt eine Länge von 128 *km* und bildet gegen Westen und Nordwesten den Rahmen eines ausgedehnten Senkungsfeldes, welches gegen Ost und Südost von den Flexuren und Brüchen des Karstes und der dalmatinischen Küste umfasst wird, und in dessen Tiefe das adriatische Meer liegt.

Der zweite wichtigste Hauptbruch von Südtirol ist die Valsugana-Spalte, welche sich südlich der Cima d'Asta als Begrenzung der krystallinischen Schieferhülle dieses Bergmassives und den jüngeren sedimentären Gebirgen, östlich von Trient in der Richtung gegen Agordo und Cadore hinzieht. Der Südrand der Cima d'Asta ist ein gewaltiger Grabenbruch, dessen nördlicher Flügel weit höher steht, als der südliche, welchem die grossen Triaswände der Cima Dodici und die Sette Communi angehören.

Die Dislocation an dieser 140 *km* langen Linie schätzt Suess an der Südstirne der Cima d'Asta auf 2000 bis 3000 *m*. Allenthalben ist der Südflügel gesunken.

[1] G. Stache, Verh. d. geol. R.-A. 1879.

[2] C. W. C. Fuchs: Die Umgebung von Meran; Neu-Jahrb. 1875.

[3] Feller: Ueber die Aufnahmen im unteren Vintschgau und im Iffingergebiete bei Meran; Verh. d. geol. R.-A. 1878. — Aufnahmen zwischen Etsch und Eisack; Verh. d. geol. R.-A. 1880. — Tektonik der Brixener Granitmasse, ebendaselbst 1881.

Mit der Valsugana-Spalte ist eine ganze Gruppe ruthenförmig sich vertheilender Spalten verbunden, bei denen überall der Südflügel gesenkt ist, so dass sich die Vorwerfungen summieren.

Suess vergleicht den Bau der südlichen Alpen vom See von Caldonazzo bei Trient über die Südstirne der Cima d'Asta bis Agordo, Pieve di Cadore und Rigolato und von dieser Linie abwärts bis zur venetianischen Ebene mit einer grossen, gegen südwärts blickenden Treppe, deren Stufen gegen Ost an Breite und Zahl zunehmen, an Höhe aber abnehmen und von welchen einige der höchsten sich dem Graben an der Südseite der Cima d'Asta nähern. Die der Ebene zunächst liegenden Stufen haben die Gestalt von Flexuren, während bei den nördlichen Stufen fast ausschliesslich Brüche wahrnehmbar sind.

Zwischen dem Judicarien-Bruche bis gegen Schio erstreckt sich das Gebirge der Etsch-Bucht.

Die Etsch-Bucht. Aus dem nordwestlichen Theile des Bruchgebietes ragt der uns bereits bekannte Südtiroler Porphyr hervor, in dessen Mitte bei Bozen sich der Eisack mit dem Etsch-Fluss vereinigt. Gegen Süd und gegen Nord treten ältere Bildungen unter der Porphyrdecke, die sich von Meran bis Trient erstreckt, hervor; gegen Ost und West sinkt der Porphyr unter jüngere Bildungen hinab. Die jüngeren Gebilde, welche ostwärts dem Porphyr auflagern, bilden das wegen seiner landschaftlichen Schönheit so berühmte Dolomitgebirge Südtirols. Der Westrand sinkt steiler und streckenweise die Gestalt einer westwärts gebogenen Flexur annehmend, unter eine lange, schmale Scholle von Ablagerungen hinab, welche die ganze Reihe von der permischen bis zur mittleren Triaszeit umfasst, und welche in einen grossen Graben zwischen die Flexur des westlichen Porphyrrandes und die Judicarien-Linie eingesenkt ist; diese schmale Scholle ist das Etsch-Bucht-Gebirge. Es umfasst den Nonsberg, das Brenta-Gebirge mit der Cima Tosa (3000 *m*) und eine ganze Reihe mächtiger Züge. Weiter gegen Süd erweitert sich das Gebiet dieser Scholle mehr und mehr, die Grabensenkung endet und die Fortsetzung des Etsch-Bucht-Gebirges umfasst beide Ufer des Garda-Sees und weithin alle Berge und Vorberge bis zu der grossen Bruchlinie von Schio.

Das Etsch-Bucht-Gebirge wurde eingehend, namentlich von Vacek und Bittner, studiert.[1] Suess beschreibt die wesentlichsten Züge dieses Gebirges im weiteren Verlaufe folgendermaassen:

Der Graben ist nicht symmetrisch. An seiner Ostseite ist eine einzige, westwärts gesenkte und westwärts überbogene Flexur an dem Rande des Porphyrs vorhanden, während das zwischen dieser Flexur und der Judicarien-Linie liegende Gebiet durch eine grössere Anzahl von Flexuren getheilt ist, welche alle im Sinne der Judicarien-Linie ostwärts oder südostwärts gesenkt und überbogen sind.

Diese Flexuren haben das Aussehen von sehr oberflächlichen schiefen Falten, was eine Folge der gleichzeitigen Senkung und horizontalen Bewegung ist. Sie reichen durch das ganze Etsch-Bucht-Gebirge und zu beiden Seiten des Garda-Sees hinab. Der Rücken des Monte Baldo an der Ostseite des Garda-Sees bildet eine schiefe judicarische Flexur. Am Ostufer des Sees sind vereinzelte Tertiärschollen auf Kreide sichtbar; dann steigen allmählich die Schichten höher und höher, um von dem Hauptrücken gegen Ost, theils als Knie und theils als Bruch so zu enden, dass die tertiären Schichten an der Trias sich aufbiegen oder an derselben scharf abstossen.

Noch jenseits der Etsch befindet sich an der Ostseite des Monte Pastello und Pasteletto eine der Baldo-Linie entsprechende Parallelstörung. So weit reicht das Gebiet der judicarischen Flexuren.

Einzelne dieser Flexuren biegen bogenförmig um und gehen in die Richtung der Valsugana-Spalte über.

Vom Nonsberge gegen Riva ziehen sich einzelne nordsüdlich streichende Flexuren mit gesenktem Ostflügel.

In der Gegend von Recoaro und Schio ist eine Reihe fächerförmig angeordneter mächtiger Flexuren, welche durch Schleppung der Lessinischen Alpen verursacht worden sind.

Eine bedeutende Störung der Schichten bildet die Bruchspalte von Truden, welche sich von Lavis im Etsch-Thale an der südwestlichen Ecke der Porphyrdecke, östlich von Neumarkt, hinzieht, längs welcher der Nordflügel des Porphyrs nach Norden absinkt. Da an allen Störungslinien nördlich der Valsugana-Spalte die Einsenkungen im Porphyr nicht nach Süden, sondern nach Norden stattfinden, so ist es klar, dass sich die Masse des Cima d'Asta sammt dem Porphyr allen Störungen gegenüber wie ein grosser Horst verhält.

Ein zweiter wichtiger Querbruch im Porphyr ist die Linie von Tiers; sie beginnt bei Virgl bei Bozen, läuft gegen OSO. nach Tiers am Ostrande des Porphyrs und setzt sich als eine Flexur von etwa 800 *m* Fallhöhe zwischen Rosengarten und Schlern fort. Auch hier ist der Nordflügel gesenkt.

Der Eisack-Fluss kreuzt den Porphyr in einer Grabensenkung, welche durch staffelförmige Vorwerfungen beiläufig in judicarischer Richtung gebildet ist, und nördlich von diesen Brüchen in der Nähe des Bergortes Klausen trifft man den Beginn jener bedeutenden Dislocation, welche als die Bruchlinie von Vilnöss bekannt ist.

Die Vilnöss-Linie, begleitet von einer grossen Zahl nahezu paralleler kleinerer Brüche, bildet einen Sprung von ca. 800 *m*, wobei der südliche Flügel absinkt, also nicht, wie dies beim Porphyr war, der nördliche.

Der Beginn dieser Bruchlinie ist durch die dioritischen Lakolithen nördlich und nordwestlich von Klausen bezeichnet.

Dieses weite, bisher betrachtete Gebiet vom Idro-See bis Meran, bis an die Quellen der Drau und bis an den oberen Piave und auch noch ein Stück des östlich folgenden Kalkgebirges umfassend, gleicht nach Suess einer grossen Schüssel.

In zahlreichen Sprüngen und Flexuren sinkt das Gebirge hinab zur venetianischen Ebene, aber in der westlichen Ebene ragt ein mächtiger Horst hervor, der Stock der Cima d'Asta, welcher nicht nur dieser allgemeinen Senkung nicht gefolgt ist und so die gewaltigen Brüche an seiner Südseite hervorgebracht hat, sondern auch von diesem Südrande an bis weit gegen Nord, ja nahe bis an den Granitrand des Nordens hin, ein entgegengesetztes nördliches Absinken des Gebirges veranlasst hat.

Der Schichtenkopf von permischen und Trias-Bildungen, welcher als der Rand dieser Schüssel gegen Nord und Nordosten über den Phyllit sich erhebt, ist nach Suess ein Denudationsrand, in keinem Falle aber ein Bruch.

Auf eine specielle Beschreibung des geologischen Baues der ganzen die Etsch umsäumenden Gebirgszüge kann wegen Raummangel hier nicht eingegangen werden. Die geologischen Querprofile eines grossen Theiles unseres Gebietes sind zur Orientierung auf Tafel 5 beigegeben.

Geologisch hochinteressant ist das Mendel-Gebirge, welches einen markanten Punkt des Etsch-Thales bildet, daher wir hier den Ausführungen Lepsius' folgend, eine kurze Beschreibung desselben geben.

[1] Vacek: Die Umgebungen von Roveredo. Verh. d. geol. R.-A. 1878. Umgebungen von Trient, daselbst 1881. — Nonsberg: daselbst 1882. — A. Bittner: Sedimentgebilde in Judicarien, daselbst 1880. — Bittner: Ueber die geologische Aufnahme in Judicarien und Valsabbia. Jahrbuch d. geolog. R.-A. 1881.

Wenn man aus der Enge des Eisack-Thales hinaustritt in die Thalweitung von Bozen, so haften die Blicke zuerst auf der hohen, schroffen Dolomitwand, welche westlich aufragt über dem niedrigen, flachen Porphyrplateau von Kaltern. Im Gegensatze zu dem dunkeln, sanftgewölbten Rücken des Quarz-Porphyrs, welcher nur am Rande der abfressenden Etsch Felsklippen bildet, steht im Osten der weissglänzende Klippengrat des Schlern und des Rosengarten, im Westen der Monte Roen, Penegal, Gantkogel und die anderen Randberge des Nonsberges, beide Dolomitzüge aus denselben Formationen aufgebaut, ehemals verbunden, jetzt von einander getrennt durch die Etsch-Spalte und den aufgetriebenen Porphyr. Radial vom Nonsberge verlaufende Querspalten durchschneiden das Randgebirge und vermitteln den Verkehr vom Nonsberge hinab ins Etsch-Thal; im Norden die Scharte oberhalb Andrian, dann der Saumpfad durch den Mendel-Einschnitt, der Passo d'Asino, über Kurtatsch; langsam ansteigend gelangt man aus der Val di Non hinauf zu den Pässen, um auf steilen Zickzackwegen schnell einige Tausend Fuss hinabzufallen zur Etsch.

Der geologische Bau des Mendel-Gebirges ist ein einfacher.

Auf dem breiten Untergrunde des Bozener Porphyrlagers ruht Buntsandstein in 40 bis 50 *m* Mächtigkeit, Röth, weit mächtiger als im übrigen Gebiete, gegen 200 *m*, dann Sandsteine, Knollenkalke und Dolomitbänke (70 *m*), endlich der steile Absturz des Schlerndolomits (400 bis 450 *m*). In der Mendel-Scharte schieben sich in schmaler Zone die rothen Raibler Schichten ein, gebettet auf einem Mikrodiabase; die Gipfel krönt der untere Hauptdolomit.

Auf den beiden vorgeschobenen Posten, der Kalterer Terrasse und rings um die Gall, sind bedeutende Massen der diluvialen Gletscherschotter liegen geblieben: die hohen Schutthügel bei St. Paul bestehen zum grossen Theile aus Lehm und Sand, die Gerölle sind hier weniger häufig und entstammen zumeist den krystallinischen Central-Alpen.

G. Der landschaftliche Charakter Südtirols.

Der landschaftliche Charakter einer Gegend hängt hauptsächlich vom Gesteinsmateriale, von der Lagerungsform und von den Höhen-Verhältnissen ab.

Ein dolomitisches oder granitisches Gebirge kann selbstverständlich nur ganz wesentlich verschiedene landschaftliche Charaktere erzeugen. Jedes Gestein hat für das Auge des Beobachters einen gewissen Typus, welcher sich nicht nur auf die Felspartien allein erstreckt, sondern auch auf die Seitenthäler und die Ebene, welche mit den Verwitterungsproducten des Gesteines ausgefüllt wird. Demgemäss schliesst das Auge des gebirgskundigen Beschauers umgekehrt aus den Verwitterungsproducten und aus den durch Verwitterung erzeugten Formen auf die Natur des Gesteines. Hiebei muss jedoch mit Vorsicht vorgegangen werden, weil auch die ursprüngliche Lagerung des Gesteines auf sein Aussehen von Wichtigkeit ist.[1]

In Südtirol vereinigen sich alle Umstände, welche eine grossartige Wirkung des landschaftlichen Eindruckes sicherstellen, da sowohl die Höhenunterschiede, die Gebirgsbewegungen und die Mannigfaltigkeit des Gesteinsmateriales ganz ungewöhnlich sind.

Die dunklen Eruptivgesteine, die düsteren altkrystallinischen Schiefer, die Tone und Mergel auf einer Seite contrastieren in malerischester Weise mit den hellen, röthlichen und gelblichen Kalken und Dolomiten, welche in Form der abenteuerlichsten Nadeln, Thürme, Zacken in die Himmelsbläue emporstarren.

[1] Lorenz R. v. Liburnau: Die geologischen Verhältnisse von Grund und Boden. Wien 1883.

Zahlreiche Thalbecken, die in den altvulcanischen Gesteinen ihren Ursprung haben, abgerundete schön bewaldete Höhenrücken, Terrassen und Plateaus, die dem Spaltennetze und den Absenkungen ihr Dasein verdanken, erhöhen in reizvollster Weise den grellen Contrast mit den gigantischen Dolomitriffen. Hierüber schreibt Mojsisovics: Die flache Lagerung der Gebirgsschichten und das Vorherrschen fester, zu senkrechter Zerklüftung disponierter Gesteine bedingen die Bildung der für das südtirolische Hochland so charakteristischen Plateaux. Die Wiederholung von der Plateaubildung günstigen Schichten in verschiedener Höhe bewirkt den terrassenförmigen Aufbau des Gebirges, welcher stellenweise in prägnanter Weise hervortritt, und der Landschaft ein eigenthümliches Gepräge verleiht.

Das jüngste plateaubildende Gestein ist der Dachstein-Kalk, diesem folgt das ältere Dolomitriff-Plateau. Die höchsten Gebirgsmassen gehören einem von diesen beiden an.

Einem tieferen geologischen Niveau und zugleich einer geringeren Höhenlage gehört das vom schwarzen Porphyr umrandete Plateau an, welches von einer Reihe weicherer, klastischer Gesteine überlagert in der Seisser-Alpe seinen vorzüglichsten Repräsentanten besitzt. Wo die Denudation bis auf den permischen Quarzporphyr herabgegriffen hat, wie in den Umgebungen von Bozen, da entsteht das landschaftlich so merkwürdige Quarzporphyr-Plateau, welches in tiefen, engen Erosionsschluchten seine Gewässer dem weiten Abzugs- und Sammelcanal der Etsch zuführt.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die landschaftliche Gliederung Südtirols ist besonders der Umstand, dass die ganze Formationsreihe zwischen dem Werfener Schiefer und den Raibler Schichten in zweifacher Art vorkommt, nämlich als Dolomit- und als Mergel-Facies.

Durch die Denudation wurde nun die über alle Formationen ausgebreitet gewesene gleichförmige Decke jüngerer Sedimente entfernt und hierauf auch die der Mergel-Facies angehörigen Ablagerungen rascher abgeschwemmt, als die widerstandsfähigeren Dolomite. Stockförmige Dolomitriffe tauchen nun inselförmig aus dem Gebiete der Mergel-Facies empor und schmale Canäle der Mergel-Facies winden sich anderseits zwischen grossen Dolomit-Stöcken durch.

H. Die Thalbildung der Etsch.

Die Etsch fliesst in ihrem Oberlaufe bis Meran anfangs nach Süden; dann nach Osten, indem sie dem allgemeinen West-Ost-Streichen der Central-Alpen folgt.

Sobald die Etsch in das Gebiet der Trias-Mulde eintritt, wendet sie ihren Lauf nach Süden, parallel den Längsketten: sie umkreist den Nonsberg im Streichen des Randgebirges.

Der Mittelberg stürzt gegen Osten von Sigmundskron an bis Gmund zur Etsch hin mit schroffem Klippenabhange ab. Das Etsch-Thal, soweit es im Quarzporphyr liegt, ist ein klaffender Aufbruch, ehemals hoch aufgefüllt mit Gletscherschutt, jetzt abgetragen von dem starken Strome. Der schnellen Erniedrigung des Diluvialbettes konnte die Abschleifung der Porphyrränder nicht folgen, so dass die Felsenhänge steil und hoch über den Schottern aufragen.

Von der Einmündung des Noce an bis Trient durchbricht der Fluss das Nordende des Baldo-Abramo-Gebirgszuges, durch Spalten begünstigt, in welchem diese Kette abschneidet am Porphyr-Plateau. Von Trient an bis hinab zur Po-Ebene lässt sich die Etsch leiten von der bedeutenden Verwerfungsspalte, welche den Orto d'Abramo und den Monte Baldo trennt von der letzten, östlichen Längskette, derjenigen des Monte Pasubio und Cima tre Croce. Die gleichmässige Nivellierung hat diese lange Spalte natürlich der erodierenden Kraft des Flussbettes zu verdanken.

Ueberschaut man den ganzen Verlauf der Etsch, so kommt man zum Ergebnis, dass ihre Richtung vorgezeichnet ist durch die Dislocationen des Gebirges, dass aber die Thäler im grossen und ganzen durch die Erosion ausgehöhlt worden sind.[1]

23. Capitel.

Besondere Topo- und Hydrographie des Etsch-Thales in Tirol.

A. Einleitung.

Das Etsch-Gebiet ist von den höchsten mit Gletschern bedeckten Bergspitzen umgeben, welche es gegen Süden verflachend allseitig umrahmen. Die centralste Lage in diesem einer Wallburg gleichendem Gebiete hat Bozen, die Perle des deutschen Südtirols, während der Süden des Etsch-Gebietes, das italienische Südtirol, von dem herrlichen Trient dominiert wird.

Nur wenig über fünf Meilen erheben sich nordwestlich von Bozen die Zinnen des Oetzthaler Eismeeres mit der Wildspitze (3770 *m*), sowie der Stubayer Gletscher im Norden, über sieben Meilen nordöstlich beginnt ein langer Zug von Gletschern der Zillerthaler Alpen und der Tauern, gegen sechs Meilen entfernt erhebt sich im Osten der Ortler mit dem höchsten Gebirgsmassiv der Ost-Alpen und der 3905 *m* hohen Ortlerspitz. Zehn Meilen im Südwesten liegen die Gletscher des Adamello-Stockes und fünf Meilen im Osten die Vedretta Marmolata.

In diesem eichenblattartig geformten, den lauen Lüften des Südens geöffneten Gebiete, welches zwischen den Meereshöhen der Ortlerspitze von 3905 *m* und derjenigen der Thalenge der Etsch bei der historisch berühmten Veroneser Klause, das ist der Erhebung von bloss 107 *m* eine Höhenscala von 3798 *m* durchläuft, schlingt sich die Etsch in einem etwa 200 *km* langen und 2 *km* breiten Laufe befruchtend durch herrliche, mit der reichsten Cultur gesegnete Auen.

Im Vereine mit der Eisack, dem Noce, Avisio und zahlreichen kleineren Seitenzuflüssen bildet die Etsch das Arterien-Netz des reichgegliederten Gebietes.

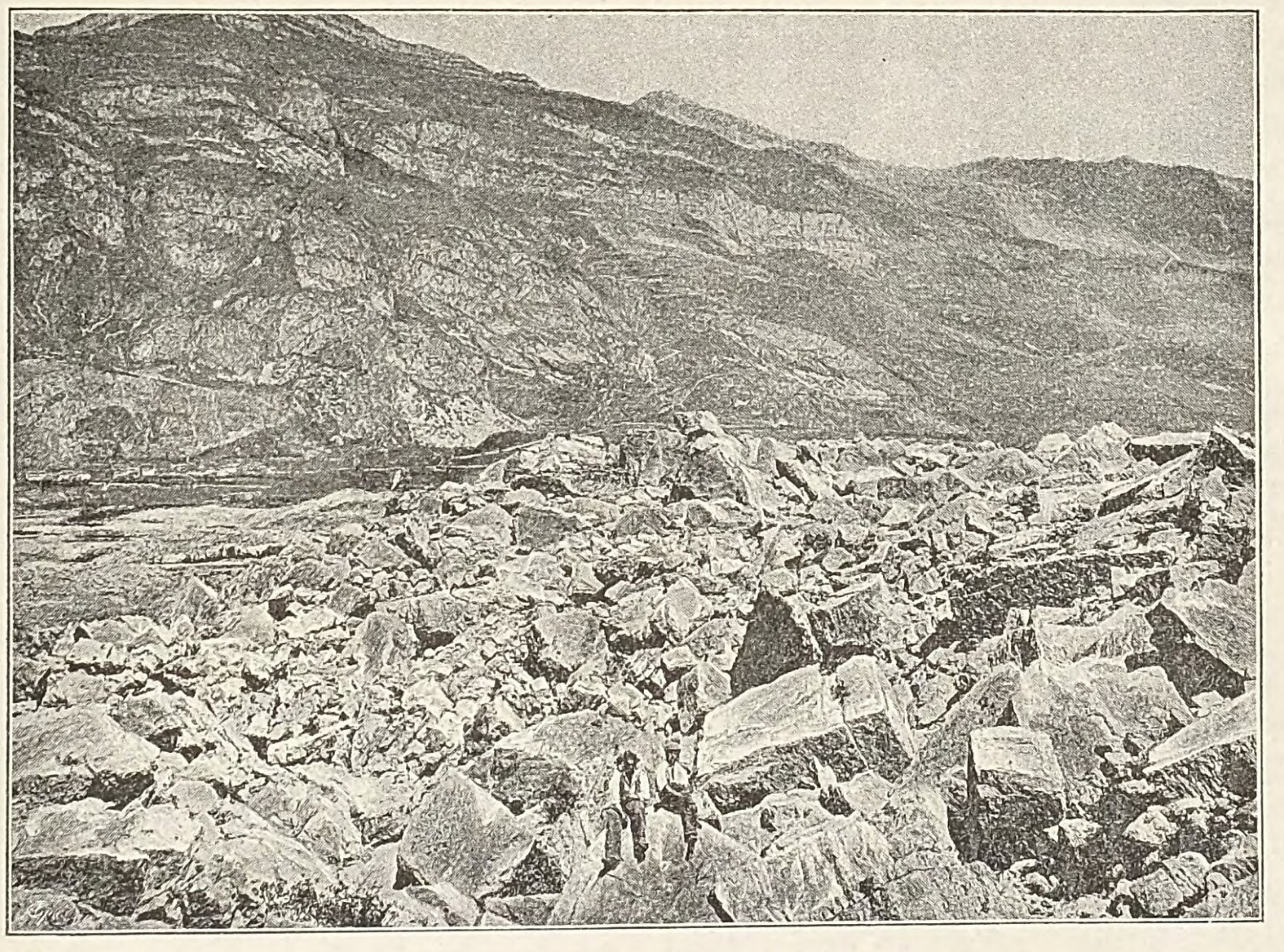
Der oberste Lauf der Etsch umrahmt im Westen und Süden in schönem Bogen die Oetzthaler Alpen vom Reschenscheideck bis Meran und heisst in dieser Strecke der Vintschgau, wobei die Strecke vom Ursprung bis Schlanders der obere, diejenige von Schlanders bis Meran der untere Vintschgau genannt wird.

[1] Lepsius: „Das westliche Südtirol".

Bei Meran wird die bis dahin ziemlich westöstlich verlaufende Flussrichtung plötzlich gebrochen. Die Etsch wendet sich nach Südosten um bei Bozen die Richtung noch einmal nach Süd-Südwesten zu ändern und behält diese bis zur österreichisch-ungarischen Reichsgrenze gegen das benachbarte Königreich Italien im grossen und ganzen bei. Von Meran heisst das Thal allgemein das Etsch-Thal und behält diesen Namen bis zur Thalenge von Murazzo bei Calliano, südlich von Trient, von wo ab es Valle Lagarina (Lagerthal) genannt wird. Das Etsch-Gebiet in der Umgebung von Trient, insbesondere im Norden dieser Stadt am linken Ufer der Etsch, wird allgemein Campo Trentino (Trientiner Feld) genannt.

Der Name Valle Lagarina wird häufig davon abgeleitet, dass nach dem grossartigen Bergsturze von San Marco bei der Eisenbahnstation Mori, südlich von Roveredo in der Nähe der Ortschaft Marco, welcher sich im neunten Jahrhunderte zugetragen haben soll, und welcher unter dem Namen der Slavini di Marco bekannt ist, das ganze oberhalb gelegene Etsch-Thal bis Calliano in einen See verwandelt worden war, und daher das Thal als See-Thal (Val del Lago oder Val Lagarina) bezeichnet wurde. (Fig. 10.) Unzählbare Massen umgestürzter und zersprengter Felsen und Klippen liegen über und unter einander aufgehäuft; sie durchschneiden das ganze sehr ausgedehnte Thal; von einer Seite desselben sich herabsenkend erstrecken sie sich bis zur anderen und zwar bis zu den höchst gelegenen Feldern der Gegend von Mori, so dass eine Oberfläche von beinahe 4 km^2 mit unregelmässigen, zahllosen, aus aufgethürmten Steinen bestehenden Erhöhungen von verschiedener Grösse und Gestalt bedeckt, sich darstellt; in den erhabener liegenden Gegenden des Absturzes zeigen sich kleine Thäler, ringsherum von vorspringenden mit Gewalt dahingeschleuderten unförmlichen Felsstücken begränzt, deren Grösse sehr verschieden, deren Gestalt aber grösstentheils viereckig oder würfelförmig ist, und die, häufig nur auf einzelnen Punkten schwebend, leicht das Gleichgewicht verlieren.[1]

Fig. 10.



Die Slavini di Marco.

Viele ältere Geologen vermutheten in dieser Anhäufung von Steintrümmern eine alte Steinmoräne des Etsch-Gletschers der Eiszeit, wozu nicht wenig beitrug, dass thatsächlich darin echt glaciale Geschiebe des alten Etsch-Gletschers vorgefunden worden waren.

[1] Der eingestürzte Berg bei dem Dorfe Marco unter Roveredo, i Slavini di Marco genannt; von dem Grafen Benedict von Giovanelli. Beiträge zur Geschichte, Statistik, Naturkunde und Kunst von Tirol und Vorarlberg, herausgegeben von den Mitgliedern des Ferdinandeums von Mersi, von Pfandler & Rögel. Innsbruck 1834. Achter Band, pag. 90.

Es kann jedoch nunmehr als festgestellt werden, dass diese glacialen Geschiebe der Slavini[1] di Marco dort nur in secundärer Lage sich befinden und offenbar mit den losgelösten Felstafeln von den Gehängen des Zugna-Berges, auf welchem sie, wie dies an allen Gehängen des Etsch-Thales der Fall ist, vom Etsch-Gletscher seinerzeit abgelagert worden waren, in die Thalebene herabgeschoben wurden.[2]

Wie Benecke und Mojsisovics nachgewiesen haben, sind die grauen Liaskalke des Zugna-Berges auf einer geneigten Schichtfläche dadurch abgeglitten, dass sich zwischen den Kalken eine leicht zerstörbare merglige Bank befand, die durch unterirdisch circulierendes Wasser ausgewaschen wurde.[3]

Aber auch geschichtlich ist es festgestellt, dass der Bergsturz an dieser Stelle thatsächlich stattgefunden hat. Insbesondere erwähnen die Annalen von Fulda, dass im Jahre 883 in Oberitalien ein Berg in seiner Grundlage erschüttert in die Etsch gestürzt sei und den Lauf des Flusses so gehemmt habe, dass dessen Bett unterhalb des Bergfalles ganz trocken gewesen sei, wodurch die Bewohner von Verona so lange ohne Wasser geblieben waren, bis die Etsch durch die umgestürzten Felsen sich eine Bahn gebrochen und das vorige Flussbett wieder eingenommen hatte.

Dante, welcher beiläufig im Jahre 1316, der Epoche seiner zweiten Wanderung nach Verona, zur Besichtigung des Bergsturzes sich an Ort und Stelle begab,[4] empfieng von demselben einen mächtigen Eindruck und erwähnt desselben in seiner göttlichen Komödie im Anfange des zwölften Gesanges von der Hölle, indem er die Steinwüste vor dem siebenten Kreis der „Hölle" mit dem Bergsturz von Marco in nachstehender Weise vergleicht:

Qual è quella ruina, che nel fianco
Di quà da Trento l'Adice percosse,
O per tremuoto, o per sostegno manco,
Che da cima del monte, onde si mosse
Al piano è si la roccia discoscesa,
Ch'alcuna via darebbe, a chi sù fosse.[5]

Bemerkenswert ist, dass zu Dante's Zeiten die Erinnerung an den Zeitpunkt und die Natur des Bergsturzes, welcher später in zahlreichen Schriften erwähnt wird, im Volke nicht mehr vorhanden war.

Der Name Valle Lagarina, welcher durch das in den Alpen sehr häufige Entstehen und Vergehen von Seen infolge von Bergstürzen oder Murrgängen[6] erklärt zu werden pflegt, reicht nach Giovanelli über das neunte Jahrhundert nicht

[1] Das Wort Lavini, im Volksmunde Slavini, kommt von Labes, wie Giovanelli dem Cicero entnimmt. (L. I de Divinit 5. c.).

[2] Mojsisovics: Dolomitriffe Südtirols und Venetiens, pag. 478.

[3] Neumayr: Erdgeschichte. Leipzig 1886. — Neumayr: Ueber Bergstürze, Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines 1889.

[4] Dante bereiste oft die italienischen Alpen. Vgl. Bolletino del Club Alpino Italieno per l'anno 1887. Torino 1888.

[5] Wie jenseits Trento wird der Fels gefunden,
Dass Trümmer dort die Etsch zurückdrückte,
Durch Erdstoss oder eigene Last entbunden;
Dass von dem Gipfel, der sie niederschickte,
Bis ganz hinab so steil die Felsenwände,
Dass keine Bahn, wer oben wär' erblickte.
(Diese Stelle citirt auch Graf Giovanelli).

[6] Bekannt ist in dieser Hinsicht der Rebrut-See im Vanoi-Bach bei Caoria (in Primiero), welcher 1823 entstand und 1826 und 1883 theilweise durchbrach. Siehe hierüber: Trinker, Kastensperren in der Gemeinde Canal San Bovo (Wochenschrift d. öst. Ing. und Archit.-Vereines 1889), sowie weiters: L'inondazione Strenna Feltrina; Feltre, Tipogr. Castaldi 1883, pag. 20 bis 28. Weiters der Passeier-See und viele andere. — Oskar Peschel (Neue Probleme) bezeichnet derartige Seen mit dem Namen „Sonnklar'sche Seen".

hinaus;[1] Paulus Diaconus, ein Schriftsteller des achten Jahrhundertes, erwähnt jedoch, dass während der Invasion der Franken im Trienter Gebiet, Ragilone Conte da Lagare das Castell Agnani eroberte und plünderte; daher leiten einige Autoren den Namen des Thales vom Grafen Lagare ab.[2] Die Spuren dieses Namens sind an zahlreichen Orten erhalten, so Villa Lagarina, Villa de Lagaro, Pieve di St. Maria de Lagaro, Pieve di Lagaro, was vermuthen lässt, dass in diesem Gebiet Ragilone als Conte herrschte. Graf Giovanelli glaubt dementgegen, dass der Name Conte Lagare mit diesem Thale in keiner Verbindung stehen dürfte, was jedoch nicht genügend erwiesen scheint.

Schon die Ausdehnung des jetzt mit Val Lagarina benannten Gebietes spricht gegen die, wenn auch noch so verführerische Annahme, dass dieses Thal seinen Namen dem durch den Bergsturz von Marco verursachten See (Lago) zu verdanken hätte. Wäre nämlich auch infolge des Bergsturzes von Marco ein See wirklich in jener Weise entstanden, was gewiss höchst wahrscheinlich ist und sich in ähnlicher Weise oft ereignete, so wäre dies doch kein genügender Grund, auch das abwärts gelegene Thal ebenfalls Valle Lagarina zu nennen und doch finden wir auf älteren und neueren Karten diesen Namen für das ganze Etsch-Thal schon von der Veroneser Klause bis beiläufig Calliano angewendet.[3]

Auch Pasetti[4] war der Meinung, dass der Name Val Lagarina von dem durch den Bergsturz gebildeten See stamme und brachte dies mit der Entwicklung des Längenprofiles des Etsch-Thales in Verbindung. Dass diese Ausführungen jedoch irrig sind, wird bei Erörterung des Längenprofiles der Etsch nachgewiesen werden.

Der Rauminhalt des Bergsturzes wird auf 140 bis 170 Millionen Cubikmeter geschätzt.[5]

Interessant ist, dass Hamilton die Entstehung dieses Bergsturzes unterirdischen Winden zuschrieb, während der berühmte Naturforscher Buffon hinzusetzte, dass Winde erst in zweiter Reihe, hauptsächlich aber elektrische Erdströme bei seiner Entstehung thätig gewesen sein müssen.

Fig. 10, Seite 59, zeigt eine photographische Aufnahme der Lavini di Marco durch den bekannten Trienter Alpen-Photographen Untervegher.

Der Hauptcharakter des Etsch-Thales mit seinen Zuflüssen ist nicht derjenige eines zwischen parallelen Ketten regelmässig verlaufenden Längsthales; vielmehr umschlingen, insbesondere im nördlichen Theile des Gebietes, die Zuflüsse einzelne Gebirgsmassive. Dies ist besonders bei der oberen Etsch im Vintschgau, beim Eisack und der Rienz der Fall. Erst von Bozen ab gewinnt die Etsch den Charakter eines zwischen parallelen Ketten sich hinziehenden Längsthales.

Dem allgemeinen Charakter der alpinen Längsthäler gemäss kommen die Etsch, die Eisack, die Rienz als Hauptzuflüsse,

[1] Giovanelli a. a. O. pag. 122.

[2] Dizionario geografico statistico del Trentino. Trento. Tip. Perini. Weiters: Guida di Rovereto e della Valle Lagarina von Cesare Boni, Rovereto 1883.

[3] Die österr. Generalstabskarte, ferner die Uebersichtskarte der Alpenländer von Vincenz v. Haardt bezeichnen, soweit sich dies aus der Lage der Schrift überhaupt annehmen lässt, das Thal von Ala aufwärts mit diesem Namen. — Ch. Michels Karte von Tirol bezeichnet damit das Etsch-Thal von Marco bis Belluno, die Karte des Garda-See's in K. Baedeker's Führer durch Südbayern, Tirol und Salzburg die Strecke von der Veroneser Klause bis Roveredo, ebenso Andree's Atlas, Amthor's Führer durch Tirol u. s. w.

[4] Pasetti: Bericht über die Etsch-Regulierung 1845.

[5] Ueber die Alluvialgebilde des Etsch-Thales von Prof. F. Simony. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftl. Classe. 24. Band 1857, pag. 455.

nicht von den höchsten Bergspitzen, sondern im Gegentheile von Einsattlungen des Gebirges herab, während sich erst die secundären Querthäler in grössere Meereshöhen erstrecken.

Ueber die Pässe hinauf ragen erst die Kämme der Bergketten empor, deren Depression die Pässe eben darstellen und hoch über diesen erheben sich erst die höchsten Gipfel der Alpen, wobei im allgemeinen in den Alpen das Verhältnis zwischen Kamm und Gipfel wie 1 : 2 angenommen werden kann.[1]

Sowohl die Quer- als Längsthäler des Etsch-Gebietes bestehen aus einer Reihe von Thalbecken und Thalengen oder Klausen, in welchen letzteren das Gefälle immer steiler ist, als in den eigentlichen Becken, welche zumeist Ablagerungsgebiete alter Seen darstellen.

An den oberen Enden der Thäler bilden diese Becken häufig weite Mulden, welche dem Firnschnee und dem Gletschereis zur Lagerstätte dienen.

Beim Zusammenstosse zweier Thäler liegt die Sohle des kleineren Zuflusses gewöhnlich höher als diejenige des relativen Hauptthales. Aus dem beiliegenden Längenprofile der Etsch und ihrer Nebenflüsse (Tafel 20) ist dieser Umstand deutlich zu entnehmen.

Bei allen Thälern wird die mittlere Neigung umso grösser, je mehr man sich dem Quellgebiete nähert, doch ist die Neigung in den einzelnen Becken immer grösser, als diejenige der sie verbindenden Thalengen.

Nicht nur die Sohlen der Querthäler, sondern auch die Kämme der sie trennenden Gebirgszüge werden höher, je mehr sie sich dem Inneren einer grösseren Gruppe nähern; jedoch geschieht dies bei den ersteren rascher, als bei den letzteren, so dass der Abstand der Thalsohlen von den mittleren Kammhöhen stets geringer wird.

Die Höhen der Thalsohlen stehen im allgemeinen im Verhältnisse zur mittleren Erhebung des Gebirges; besonders die Querthäler erreichen daher die grösste Höhe da, wo die bedeutendsten und höchsten Gebirgsmassen sind. Dies zeigt sich am auffallendsten im Vintschgau, wo eben die Ortler und die Oetzthaler Alpen die höchste Erhebung der Alpen darstellen und wo die mittlere Höhe des 68 *km* langen Thales zwischen Reschenscheideck und Meran 1142 *m* beträgt.

Aehnliches gilt auch vom Eisack und der Rienz, während die Querthäler in den südlichen Ausläufern der Alpen auch nur eine kleinere Erhebung erlangen.

[1] Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen in ihren Beziehungen zu den Phänomenen der Gletscher, zur Geologie, Meteorologie und Pflanzen-Geographie von Herm. und Ant. Schlagintweit, Leipzig 1850.

Die Gebirgsketten, welche sich zwischen einzelnen Querthälern befinden, sind am Anfang sehr breit und tragen an ihren Seiten zahlreiche secundäre Querthäler und kleinere Mulden. Je mehr sich die Ketten den oberen Enden der Thäler nähern, desto schmäler werden sie; sie bilden dort einfache Kämme, in denen gewöhnlich höhere Gipfel liegen.

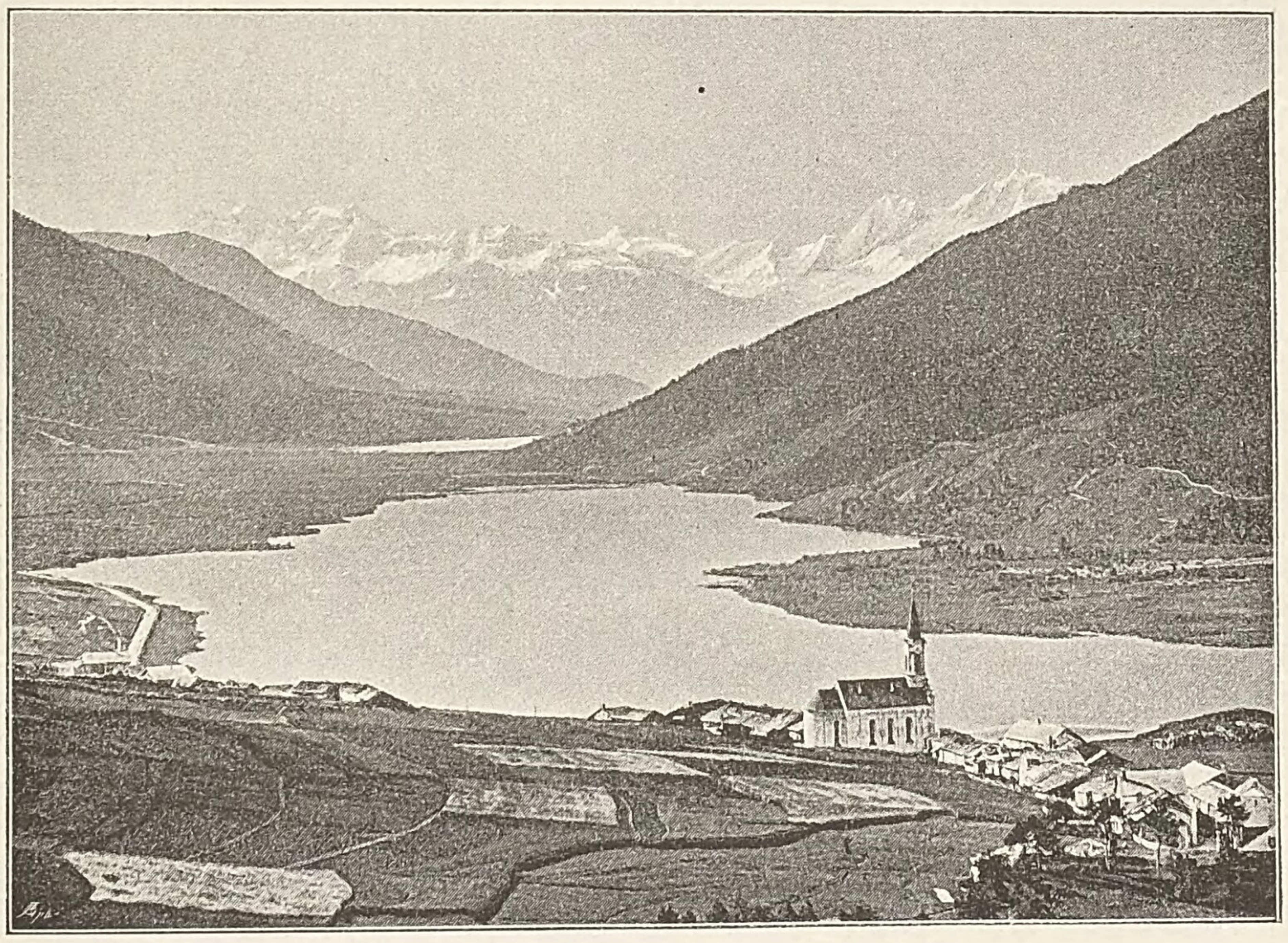
Aus den Tafeln 8 bis 11 ist die Detail-Situation des Etsch-Gebietes zu entnehmen.

B. Der Etsch-Lauf im Vintschgau.

Das Etsch-Thal von der Wasserscheide zwischen dem Inn und der Etsch bei Reschenscheideck und der Mündung der Töll in die Etsch oberhalb Meran führt den Namen Vintschgau. Die Fels-Cascaden der Töll bilden einen natürlichen Abschluss des Vintschgaues nach Osten und es beginnt das blühende Etsch-Thal, welches sowohl in topographischer als cultureller Beziehung bereits einen anderen Charakter aufweist.

Die Strecke von Reschenscheideck bis zur Einmündung des Schlandernauer Thales bei Schlanders wird Ober-Vintschgau, der östliche Theil des Thales bis zur Töll Unter-Vintschgau genannt.

Fig. 11.



Der Reschen-See gegen den Ortler.

Das Vintschgau, dessen oberster Theil, wegen vieler die Spuren der Wildbäche hinterlassenden Schuttkegeln und Runsen im allgemeinen keinen günstigen Eindruck hinterlässt, gehört in topographischer und hydrographischer Beziehung zu den eigenthümlichsten Erscheinungen, und ist auch in culturhistorischer, geologischer, botanischer und ethnographischer Hinsicht sehr interessant. Obwohl die Gletscher vom Vintschgau von allen Seiten nur wenige Stunden entfernt sind, blüht doch hier schon der Mandelbaum und die edle Kastanie im Freien. Grüne fruchtbare Gehänge, üppige Weinberge, lachende Fluren, umgeben von einem Kranze alterthümlicher Schlösser, Burgen und Ruinen, machen namentlich den unteren Vintschgau auch in landschaftlicher Hinsicht bemerkenswert.

In topographischer Beziehung ist die eigenartige Terrassenbildung des Vintschgaues zu erwähnen, welche in so charakteristischer Weise an keinem anderen Alpenthale beobachtet werden kann. Fünf Terrassen erheben sich stufenweise von Meran bis gegen die Seen am Reschenscheideck und theilen das Thal in einheitlich abgeschlossene Gebiete. Die Etsch wird in ihrem Laufe durch den Vintschgau durch die zahlreichen Schuttkegel mächtiger, aus den höchsten eisumhüllten Gebirgsregionen der Alpen stammenden Wildbäche dominiert, so dass sie entweder an die dem Wildbache gegenüberliegende Berglehne gedrängt wird, oder sich zwischen zwei von beiden Seiten herankommenden Schuttkegeln durchdrängen muss, den

einen oder den anderen der Schuttkegel anschneidend und unterwühlend. Diese mächtigen Schuttkegel, deren kreisförmig gebildete Basis fast die ganze Thalbreite einnimmt und deren Spitze sich bis 300 *m* über den Thalboden erhebt, wirken störend auf die Ausbildung der Gefällsverhältnisse des Etsch-Flusses ein, indem sie als Stauobjecte wirken, das Inundations-Profil verringern und die Ablagerung von Geschieben der Etsch oberhalb der Schuttkegel bewirken. Ueberdies lagern aber auch die Wildbäche grosse Geschiebemengen in das Etsch-Flussbett ab, welche die Etsch wegen ihres weit kleineren Gefälles nicht abzuführen vermag, so dass im Flussbette Erhöhungen der Sohle, sogenannte Staurücken, erzeugt werden, welche zu Versumpfungen der oberhalb liegenden Grundstücke ganzer Gemeinden, oft sogar zur vorübergehenden Bildung von Seen führen können.

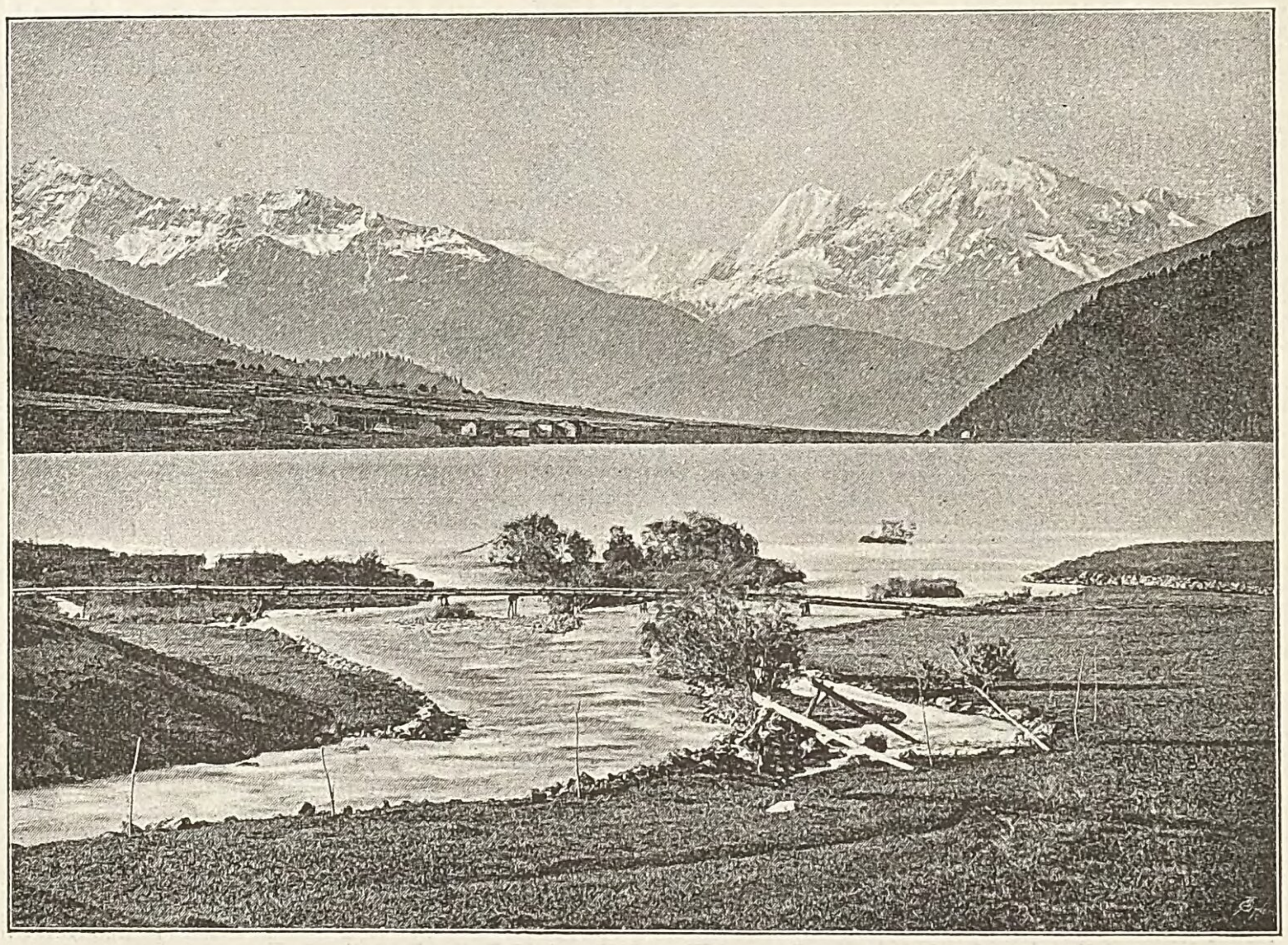
Die Wirkungen der Wildbäche sind im Vintschgau umso grösser, als das ganze Gebiet fast ausnahmslos aus krystallinischen Schiefern, namentlich Glimmerschiefer, daher aus Gesteinen besteht, welche leicht verwittern. Insbesondere der Glimmerschiefer ist das berüchtigteste Materiale, in welchem die Bildung der Wildbäche die gefährlichsten Ausmaasse anzunehmen pflegt, insbesondere wo sich lettenartige Zwischenlagen befinden, die durch unterirdische Quellen und Sickerwässer ausgewaschen, ganze Thalgehänge zu Setzungen und Abstürzen veranlassen.

Aber auch abgesehen davon bringt jeder Regenguss aus dem Wildbachgebiete im Glimmerschiefer verhältnismässig am meisten Verwitterungsproducte nieder. Sie bestehen aus ganzen Felstafeln und Blöcken bis zu kleinem Gerölle, namentlich aber einer grauen breiartigen Masse, welche das Hauptelement der Murrgänge bildet. Diese breiartige Masse wird continuierlich erzeugt und sammelt sich im ganzen Bachgebiete langsam an. Wird diese an den Ufern und Gehängen eintrocknende Masse durch lange Regengüsse durchweicht und in Bewegung gebracht, oder durch einen plötzlich eintretenden starken Wolkenbruch gesammelt und durch neue Unterspülungen und Abrisse vermehrt, so ist sie im Stande im Verlaufe einer kurzen Zeit die Bachgerinne auszufüllen und grosse Gebiete am Schuttkegel und in der Thalniederung mehrere Meter hoch zu überschütten.

Am Reschenscheideck, der Uebergangsstelle in das Innthal, rücken die Thalgehänge so nahe zusammen, dass hier das Etsch-Thal als abgeschlossen betrachtet werden kann. Von hier fällt der meist felsige Boden in mässiger Steigung um ca. 25 *m* bis zum Reschen-See (1475 *m*), aus welchem der Etsch-Fluss entspringt. (Fig. 11, Seite 61.)

Unterhalb des Reschen-Sees liegt der Mitter-See und weiter der Haider-See. Diese drei Seen haben offenbar einst einen einzigen See gebildet und wurden durch zwei an der Ostseite befindliche Wildbäche theilweise verschüttet und in drei Seen getheilt. (Fig. 12.)

Fig. 12.



Der Haider-See gegen St. Valentin aus.

Die Trennung des Mitter-Sees vom Reschen-See ist durch den Karlin-Bach erfolgt, welcher dem Langtauferer Ferner entspringt und das zwei Meilen lange Langtauferer Thal durchfliesst. Die Kies- und Schlamm-Massen dieses Wildbaches bilden nun ein Geröllfeld von 2 *km* Länge und 6 *m* Gefälle.

Die Trennung des Haider-Sees vom Mitter-See geschah durch einen am östlichen Berggehänge des Grosshornkopfes entspringenden Tobel, welcher die ganze Breite des Etsch-Thales ausfüllt und eine Ausdehnung von 1 *km* besitzt. Hiedurch ist eine derartige Stauung erfolgt, dass der Haider-See nun um 26 *m* tiefer liegt, als der Mitter-See.

Das Gebiet dieser drei Seen bildet einen zusammenhängenden Thalboden, welcher sowohl nach der Flussrichtung, als auch von Ost gegen West ein Gefälle besitzt; der Etsch-Fluss, welcher alle drei Seen durchfliesst, wird von den beiden genannten Wildbächen gegen das rechte Ufer, also gegen die westliche Berglehne abgedrängt.

Beim Austritte aus dem Haider-See beginnt die Malser Haide, es ist dies ein Thalbecken, welches sich bis etwa vor Glurns erstreckt und durch sein bedeutendes Gefälle, nämlich durchschnittlich 1 : 15 auffällig ist. Die Etsch durchfliesst die Malser Haide längs der westlichen Berglehne, indem sie durch den mächtigen Schuttkegel des aus dem Planail-Thale kommenden Plani-Wildbaches gegen das rechte Ufer abgedrängt wird. Durch diesen Schuttkegel wird auch das mit Feldern und Wiesen bedeckte Gehänge der Malser Haide zum Theile versumpft (Fig. 13).

Von hier tritt die Etsch in die Glurnser Ebene, oder auch der Glurnser Boden genannt, welcher sich bis Laas erstreckt, wo er durch den Schuttkegel des berüchtigten Gadria-Baches abgeschlossen wird.

Innerhalb des Glurnser Bodens lagern sowohl die Etsch, als auch mehrere Wildbäche zahlreiches Geschiebe ab, welchem Umstande auch die Anfüllung des so ebenen 15 *km* langen und über 2 *km* breiten Thalbodens zuzuschreiben ist.

Am rechten Ufer bei Glurns mündet der Ramm-Bach ein, welcher aus dem Münster-Thale vom Stilfser-Joch und dem Buffalora-Pass herabkommt. Zahlreiche Runsen, unbebaute Schuttkegel und Wasserrisse kennzeichnen dieses wilde Gebiet, dessen Ortschaften, namentlich Fuldera, Valcava, St. Maria etc. wiederholt schwer geschädigt worden sind.

Am linken Etsch-Ufer ist es der Saldur-Bach aus dem Matscher-Thal, welcher infolge grossartiger Waldverwüstung grosse Geschiebemengen dem Glurnser Boden zuführt.

Auch der vom Suldner-, ferner aus dem Trafoi-Thal kommende Sulden-Bach, welcher bei Sponding in die Etsch mündet, hat namentlich in früheren Zeiten grosse Verwüstungen verursacht, so dass selbst die grosse Fläche von Aguns, Lichtenberg, Schluderns und Glurns seinerzeit durch den in der Etsch verursachten Rückstau zum Moose umgewandelt wurde.[1]

Gegenwärtig ist die Etsch im Glurnser Boden reguliert. Die beiderseitigen Thalwände fallen von Eyrs ab schroff ins Thal, die linke den Südabfall des von der eisbedeckten Weisskugel-Spitze heranziehenden Gebirgsstockes, die rechte den Nordabfall eines Felsenstockes bildend, der das oberste Sulden- und Martell-Thal trennt, und in zwei Stufen, die obere, ein zerrissenes Felsengebirge mit theilweiser Eisbedeckung, die untere, bemattet und bewaldet zu Thal kommt. (Fig. 14.)

Am Schlusse des Glurnser Bodens unterhalb der Ortschaft Laas tritt am linken Ufer der Gadria-Bach hervor und bildet quer über das ganze Etsch-Thal einen mächtigen Schuttkegel, dessen Spitze sich gegen 360 *m* über den Grund von Schlanders erhebt und die Etsch gegen die südliche Berglehne drängt. Zwei kleinere Schuttkegel bei Laas und dem wegen seines Marmors berühmten Göflau tragen zur Störung des Etsch-Gefälles noch mehr bei, worauf die Etsch durch den aus dem Schlandernauer Thal kommenden Wildbach von Schlanders neuerlich gegen Süden abgedrängt in das untere Vintschgau tritt.

Fig. 13.



Die Malser Haide von Marienberg aus.

Das Unter-Vintschgau, das ist das Etsch-Thal von Schlanders bis zur Töllmündung, zerfällt in drei Thalterrassen, die durch die mächtigen, die ganzen Thalbreiten einnehmenden Schuttkegel des Tarscher Wildbaches bei Latsch und des Tablander Wildbaches (nördlich von Naturns) veranlasst werden.

Die oberste Thalstufe ist diejenige zwischen Schlanders und Latsch. In diese Strecke drängt der aus dem Martell-Thale aus den Eisfeldern der Sulden- und Venezia-Spitze kommende Plima-Bach die Etsch an die nördliche Berglehne und verursacht auch die Versumpfung des oberen Thales. Noch grösser aber ist die Rückstauung der Etsch infolge des am rechten Ufer befindlichen, $2^1/_2$ *km* im Halbmesser betragenden, schon erwähnten Tarscher Schuttkegels, welcher die Etsch an die nördliche Lehne zwischen Latsch und Marein drängt.

Die mittlere Thalstufe des unteren Vintschgaues bildet die Strecke zwischen dem Tarscher und dem Tablander Schuttkegel, also die Strecke zwischen Marein und Staben. Auch diese Strecke ist durch den $2^1/_2$ *km* im Radius messenden, mächtigen Schuttkegel des Tablander Schuttkegels gestaut und versumpft. Dieser Schuttkegel nimmt die ganze Breite des Thales ein, obwohl ihm gegenüber das Schnalser-Thal liegt, aus dessen schauriger Kluft der brausende Wildbach grosse Geschiebemassen herabbringt.

In der dritten Thalterrasse zwischen dem Tablander Schuttkegel und der Töll fliesst die Etsch eine kurze Strecke, ohne dass ihr Lauf von den bisher so wichtigen Schuttkegeln angegeben würde, durch das versumpfte Thal von Plaas und Rabland, wird aber bald von dem mächtigen Schuttkegel des Ziel-Baches bei Zartschins an das rechte Ufer gegen die südliche Berglehne gedrängt, an welcher sie fortan bis zur Einmündung der Passer bei Meran verbleibt.

Gleich hinter dem Ziel-Bach, ebenfalls am linken Ufer, mündet die Töll in die Etsch ein und bildet ebenfalls einen mächtigen, die ganze Thalbreite einnehmenden Schuttkegel. Eine Reihe kleinerer Schuttkegel ziehen sich sodann am linken Ufer bis Algund, welches ziemlich gefährdet ist. (Fig. 15.)

Ober Meran, an der Stelle, wo die Etsch die plötzliche Biegung nach Süden macht, senkt sich das Thal rasch; brausend stürzt sich der Fluss über felsige, im ganzen 190 *m* hohe Katarakte herab und fällt in die herrliche Thalflur von Meran. Hier wird sie vom Schuttkegel der aus dem Passeier Thale kommenden Passer, eines mächtigen Seitenzuflusses der Etsch, noch an der südlichen Thalseite gehalten und tritt dann in die Sphäre der eigentlichen systematischen Regulierung des Etsch-Flusses, welche bei der Passer-Mündung beginnt und sich von da abwärts in erster Reihe bis Sacco unterhalb Roveredo, im allgemeinen aber bis zur österreichisch-ungarischen Reichsgrenze gegen Italien erstreckt. (Fig. 16.) Die Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis zur Eisack-Mündung wurde vom Lande Tirol auf Grund besonderer Landesgesetze vom Jahre 1879 und 1886 ausgeführt und ist gegenwärtig mit gutem Erfolge beendet. Die Regulierung der Etsch-Strecke von der Eisack-Mündung bis Sacco ist auf Grund der Gesetze vom Jahre 1879 und 1886 im Zuge. Der Baufond ist durch Concurrenz des Staates, des Landes Tirol und der Etsch-Regulierungs-Genossenschaften gebildet.

Die Regulierung der Etsch von Sacco bis zur Reichsgrenze geschieht nicht in durchgehender Weise, weil das dort schon schmäler werdende Thal dies nicht erfordert. Die

[1] Ueber Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern von Josef Duile, Innsbruck 1834.

Mittel für diese Strecke deckt der Tiroler Gewässer-Regulierungsfond auf Grund des Gesetzes vom Jahre 1883 unter Beitragsleistung der Interessenten. Diese Herstellungen sind, da die Action des genannten Fondes bis auf rückständige Wildbach-Verbauungsarbeiten abgeschlossen ist, ebenfalls bereits beendet.

C. Der Etsch-Lauf von Meran (Passer-Mündung) bis zur Eisack-Mündung bei Bozen.

Bei Meran beginnt nach dem allgemeinen Sprachgebrauche das Etsch-Thal und zwar zum Unterschiede von der unteren Etsch, das obere Etsch-Thal.

Die vergrösserte Breite der Thalsohle, die plötzlich geänderte Längenaxe des Thales, welche den südlichen Winden den Eintritt in dasselbe gestattet, die plötzlich veränderte geologische Beschaffenheit, sowie die bereits geringere Erhebung über dem Meeresspiegel (320 *m*) ertheilen dem Etsch-Thale von Meran abwärts einen gegen das Vintschgau wesentlich geänderten Charakter, durch den es zu einem blühenden Garten gestaltet wird.

Mannigfach wechselnde Gelände und malerisch gelegene Hügel mit den charakteristischen Rundhöckerbildungen, mit denen die Gletscher der Eiszeit die Gebirge modellierten, prachtvolle Terrassen von Weinbergen, dazwischen malerische Schlösser und Villen beleben die Gegend.

Neben Wein gedeiht hier auch der Mandelbaum und die edle Kastanie im Freien.

Als Perle des Thales liegt am Fusse der rauhen Granitmassen des Iffinger (2551 *m*) die Stadt Meran mit den anstossenden Ortschaften Ober- und Unter-Mais, welche sich als klimatischer Curort ersten Ranges einen wohlverdienten und befestigten Weltruf erworben hat.

Fig. 14.



Neu-Spondinig.

Die eigenthümliche Stufenbildung des Vintschgaues verschwindet hier vollständig und war im allgemeinen auch vor Inangriffnahme der nun beendeten Flussregulierung in dieser Strecke eine Störung der Längenprofils-Curve nur dort zu bemerken, wo durch die Ablagerungen der geschiebeführenden Seitenbäche oder durch einen verwilderten serpentinierenden Flusslauf Aufstauungen verursacht worden sind.

Insbesondere war es der mächtige Schuttrücken, welchen der Eisack an seiner Einmündungsstelle in die Etsch ablagerte, wodurch eine Versumpfung des oberhalb liegenden Etsch-Thales in hohem Maasse verursacht wurde. Diese Sümpfe, hier „Möser“ genannt, wurden einer eigenartigen Cultur zugeführt und waren ziemlich ertragreich.

Die Schuttbildung und Zufuhr ist gleichwohl im Etsch-Thal bei weitem nicht so bedeutend, als im Vintschgau, daher sich auch die Etsch viel freier inmitten des Thales bewegte, ohne von einer Berglehne an die andere getrieben zu werden. Durch die Stauungen an den grösseren Schuttkegeln und das hier überhaupt geringere allgemeine Gefälle der Etsch wurden hier schon zahlreiche Serpentinen veranlasst, welche bei Hochwässern zu Durchbrüchen und ausgedehnten Verheerungen von Ortschaften und Fluren führten.

Wenn wir im nachfolgenden den Lauf der Etsch verfolgen, so meinen wir hier nicht den neuen regulierten, sondern denjenigen schädlichen Flusslauf, wie er vor der Regulierung bestand und welcher eben zur Regulierung die gebieterische Veranlassung gab.

Von der Einmündung der Passer bei Meran stiess die Etsch ziemlich bald auf ein bedeutendes Abflussverhindernis, nämlich den Schuttkegel des mächtigen, aus dem langgestreckten Ulten-Thale kommenden Falschauer-Baches welcher fast senkrecht gegen die Etsch gerichtet, zu mächtigen Staurücken im Flussbette Veranlassung gab. Oberhalb dieses Staurückens, östlich von Marling, war der vielfach gekrümmte Flusslauf in gefahrdrohender Weise verwildert. Unter dieser Flusskrümmung drängte sich die Etsch gegen die rechtsufrige Berglehne unterhalb der Einmündung des Sinig-Baches, dort die dem Falschauer-Bach mit Mühe ausweichende Strasse von Bozen nach Meran aufs äusserste gefährdend.

In der weiteren Strecke zwischen Burgstall und Terlan tritt links der Gargazoner-Wildbach und der Vilpianer-Bach an die Etsch heran, während sich rechts der Nalser-Bach vorschiebt. In dieser Strecke floss die Etsch in vielfach gekrümmten, theils überbreiten und erhöhten, theils tief kolkenden Windungen hin, die angrenzenden Fluren nicht nur bei jedem halbwegs höheren Wasserstande in eine Schuttwüste verwandelnd, sondern auch durch Versumpfung jede höhere Bodencultur verhindernd.

Weiter unterhalb floss die Etsch zwischen den Schuttkegeln des Peters-Baches bei Terlan und des Geissen-Baches bei Andrian, welche links und rechts an dieselbe herantreten, mit einem jähen Bogen die Strasse bei Terlan sowie den Ort gefährdend.

Von hier tritt die Etsch bereits in das Gebiet der Rückwirkung des Eisack; mehrfache Krümmungen bei Siebeneich und Sigmundskron verhinderten hier den regelrechten Ablauf bei Hochwässern und gaben Ursache zu vorübergehenden Verheerungen und dauernden Versumpfungen.

Die Einmündungsstelle des Eisack in die Etsch ist von hohem Interesse, indem hier die Betten beider Flüsse lange neben einander parallel laufen, so dass dazwischen ein schmaler

Landstreifen verblieb. Dieser letztere wurde öfters, sei es von der Eisack, sei es von der Etsch durchrissen, wodurch eine Aufstauung von Geschieben an der Einmündungsstelle und bei dem bedeutend geringeren Gefälle der Etsch im Vergleiche zu demjenigen der Eisack ein Rückstau der Etsch in so hohem Maasse verursacht wurde, dass sich bei Sigmundskron ein förmlicher See bilden musste, der oft monatelang keinen Abfluss fand.

Aus diesem Grunde wurden hier am linken Etsch-Ufer unterhalb Sigmundskron schon zu Kaiser Josefs Zeiten die noch jetzt bestehenden, sogenannten Josefinischen Dämme erbaut, welche zum Theile auch den Unterbau der Bozen-Meraner-Bahn bilden.

Anderseits musste auch das rechte Eisack-Ufer geschützt werden, so dass hier ein langgestrecktes Separationswerk entstand.

D. Der Etsch-Lauf von der Eisack-Mündung bis zur Eisenbahnbrücke von Gmund.

Der Eisack durchfliesst, nachdem er sich bei Bozen mit der Talfer, die dem Sarn-Thale entspringt, vereinigt hat, in weitem Bogen das Bozener Feld und drängt die Etsch an den am rechten Ufer aufsteigenden Mittelberg, wobei das linksufrige üppige Terrain der Grützner Leege durch einen Uferbau, der bis zum Kapellenberg bei Bozen reicht, geschützt wird. (Fig. 17.)

Die Flusstrecke von der Eisack-Mündung bis zur Gmundner Eisenbahnbrücke bildet ein eigenes Flussbecken, indem das Thal, welches bei einer Länge von 11·80 *km* eine Breite von 2 *km* besitzt, bei Gmund durch den Schuttkegel des Hohlen-Baches bei Auer am linken Ufer und durch den letzten Ausläufer des Mittelberges, nämlich den Leuchtenberger Forst, am rechten Ufer vollkommen eingeengt wird. Hiezu kommt noch, dass die früher bei Gmund bestandene steinerne Eisenbahnbrücke mit mehreren Pfeilern und Gewölbebögen eine weitaus unzureichende Durchflussweite besass, so dass hiedurch bei grossen Hochwässern stets grosse Aufstauungen verursacht werden mussten.

Da überdies die Querprofile in diesem Theile des Etsch-Flusses meist überbreit und nicht den abzuführenden Hochwässern entsprechend in das Terrain eingeschnitten und stellenweise auch überhöht waren, so kam es auch oft vor, dass die ausgetretenen Wässer, insbesondere aber die Hochwässer der Eisack im Falle eines Dammbruches oberhalb förmlich in eine Sackgasse geriethen, aus welcher sie erst nach Wochen abfliessen konnten.

Wurde aber in einem Hochwasser auch der Eisenbahndamm durchbrochen, so war es wieder nur nach langer Zeit möglich, dem Wasser, welches sich zwischen der linksufrigen Berglehne und der Reichsstrasse einerseits, sowie der Eisenbahn anderseits einkeilte, einen Abzug zu verschaffen.

Fig. 15.



Schloss Tirol gegen Meran.

Die Configuration des Flusslaufes ist im allgemeinen keine ungünstige, indem der Fluss im Verhältnisse zu anderen Strecken doch noch ziemlich tief in das Terrain eingeschnitten war und ohne Serpentinen oder scharfe Ecken zu bilden in flach geschwungenen Bögen mit grossen Krümmungs-Halbmessern regelmässig verläuft.

Am rechten Flussufer befindet sich der schon erwähnte Gebirgszug des Mittelberges, welcher in geologischer Hinsicht eine Aufschleppung jener mächtigen Porphyrdecke ist, welche das Etsch-Thal unterteuft und im grossen südtirolischen Porphyrgebiet zwischen Bozen und Trient seine Fortsetzung findet. Hinter dem Mittelberg, welcher der Etsch seinen östlichen, jähen Abfall zuwendet und sich in grossem Bogen nach Süden zieht, erhebt sich der dolomitische Mendel-Zug, hinter welchem Eppan und Kaltern liegen. Am linken Etsch-Ufer erhebt sich das Porphyrgebirge des Virgl.

In ihrem Laufe in dieser Thalstrecke bleibt die Etsch ziemlich in der Mitte des breiten, fruchtbaren Thales, ohne den Schuttkegeln der Wildbäche ausweichen zu müssen. Am linken Ufer liegt das Dorf Leifers (247 *m*), wo sich das Brante-Thal öffnet. Etwa in der Hälfte der Strecke am linken Ufer liegt die Ortschaft Branzoll (219 *m*) am Kenner-Bache, der in einer Thalschlucht vom Petersberge niederfliesst. Gegenüber Branzoll liegt Pfatten (217 *m*). Hier nimmt die Etsch-Schiffahrt ihren Anfang, so dass die schiffbare Strasse bis zur Einmündung der Etsch in das adriatische Meer 104·951 *km* beträgt.[1] Indessen sind es nur Zillen von geringem Tiefgange, die hier passieren. Grössere Bedeutung hat die Flösserei, die auf der Etsch schon von Lana betrieben wird, sowie die Flösserei am Eisack, wodurch allerdings die Waldverwüstung begünstigt wird.

Am Ende dieser Etsch-Strecke liegt Auer (217 *m*), ziemlich hoch am Schuttkegel des Hohl-Beraches gelegen.

Die ganze Strecke litt und leidet, insoweit die Arbeiten der Etsch-Regulierung noch nicht vollendet sind, sehr stark am Mangel jeglicher Vorflut für die Entwässerungsgräben des Binnenlandes, wodurch die Versumpfung in früheren Zeiten zunahm. Ueberdies leidet diese Flusstrecke auch unter dem Rückstau der unterhalb gelegenen sogenannten zweiten Etsch-

[1] Statistisches Jahrbuch der k. k. statistischen Central-Commission. Wien 1884. Hof- und Staatsdruckerei.

Regulierungs-Section, das ist der Strecke von Gmund bis zur Eisenbahnbrücke von San Michele.

In früheren Stadien der Projectierung, wo es sich nur darum handelte, mit Rücksicht auf die beschränkten, den Ingenieuren zur Verfügung gestellten Geldmittel nur die wichtigsten Uebelstände an der Etsch zu beheben, waren in dieser Strecke mit Ausnahme der Reconstruction der Gmundner Eisenbahnbrücke, welche zur zweiten Section gehörte, keine Regulierungsarbeiten beabsichtigt, da man mit Rücksicht auf den flachen Verlauf der Trace des Flusses und die leidlich tief eingeschnittenen Querprofile desselben, diese Strecke für die relativ ungefährlichste hielt.

Man schloss sie daher aus dem Bauprogramme aus und nannte sie die „neutrale Section."

Als jedoch im Jahre 1886 das Programm der Etsch-Regulierung wesentlich erweitert wurde und es sich mit Hinblick auf die bedeutenden zur Verfügung gestellten Geldmittel darum handelte, die grössten Hochwässer der Etsch schadlos ohne Exundation im regulierten Gerinne abzuführen, wurde selbstverständlich auch die frühere „neutrale" Section in das Regulierungs-Programm aufgenommen. Nachdem die Strecke Meran—Eisack-Mündung als erste, diejenige Gmund - St. Michele als zweite Section der Etsch-Regulierung bereits bezeichnet waren und sich diese Namen bereits in die Administration eingelebt haben, wurde die „neutrale" Section im Jahre 1886 als Section I/a bezeichnet.

Zu erwähnen ist noch, dass am Ende dieser Strecke schon in früheren Decennien die Stadlhofer und Pigloner Durchstiche ausgeführt wurden, um den rascheren Ablauf der Hochwässer zu ermöglichen.

Die Dämme dieser Durchstiche waren jedoch der damaligen Bauweise nicht genügend hoch ausgeführt, so dass sie überströmt und infolge dessen auch oft durchrissen worden sind.

Allerdings unterlag auch die Erhaltung dieser Durchstiche einer Genossenschaft, welche dieselbe nur in primitiver Weise zu besorgen in der Lage war.

E. Der Etsch-Lauf in der Strecke Gmund-San Michele.

Diese 23·55 *km* lange Flusstrecke bildet die sogenannte zweite Section der Etsch-Regulierung nach den Gesetzen vom Jahre 1879 und 1886.

Sie beginnt beim Wirtshause „Gmund" in der Nähe der Eisenbahnbrücke, welche die Südbahn vom linken auf das rechte Etsch-Ufer führt.

Das obere Thalbecken hat hiemit seinen Abschluss gefunden und es eröffnet sich vor uns ein zweites, $2^1/_2$ *km* breites, blühendes Thal, welches erst bei der Thalenge unterhalb Salurn seinen Abschluss findet.

Mit einem Schlage ändert sich die Gegend. Am rechten Etsch-Ufer tritt plötzlich hinter dem porphyrischen Zuge des Mittelberges in mächtiger Erstreckung das dolomitische Mendel-Gebirge hervor, während sich in dem winklig verlaufenden Thale zwischen beiden Gebirgen der schilfreiche Kalterer-See (208 *m*) ausbreitet.

Unterhalb des Sees liegt die Ortschaft Tramin (272 *m*) am Bergabhang, weiter unten am rechten Ufer die Dörfer Kurtatsch, Margreid und Kurtinig.

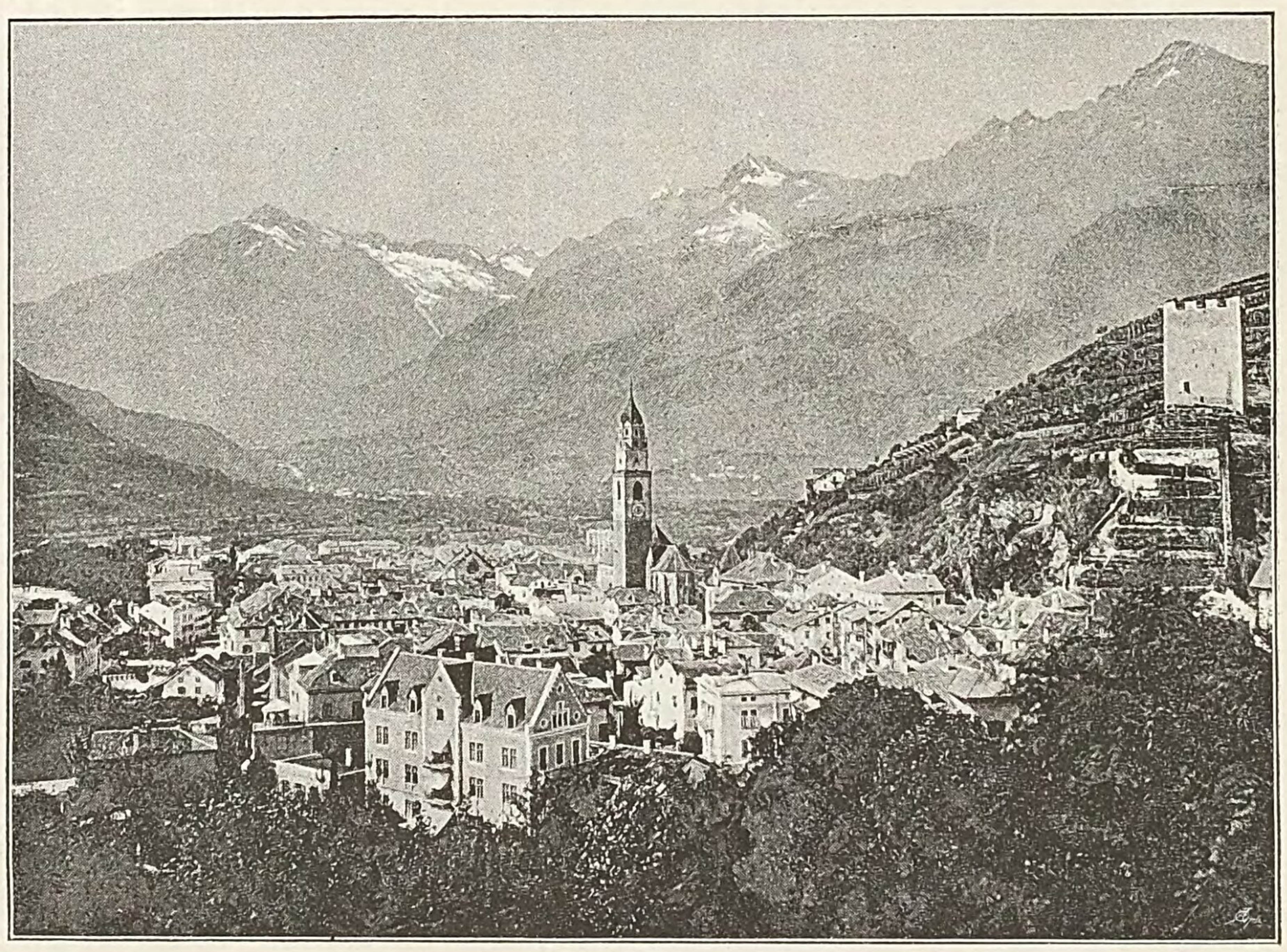
Am linken Ufer der Etsch liegt gleich unter Auer das Dorf Vill, bei welchem der Trudener-Bach in die Etsch mündet und seinen Schuttkegel in das Thal vorschiebt.

Weiter unten liegt am linken Etsch-Ufer Neumarkt (213 *m*), von wo die Strasse in das Fleimsthal abzweigt.

Unterhalb Neumarkt bei der Kirche St. Florian mündet der Aal-Bach in die Etsch.

Weiter unterhalb schliesst sich das Thal zu einem in historischer und geognostischer Hinsicht wichtigen Engpass zusammen. Links tritt der Geiersberg 1080 *m* vor und drängt sich so nahe an die Etsch, dass der Raum für die sogenannte Italiener-Reichsstrasse durch Sprengung im Felsen gewonnen werden musste. Rechts beginnen die Sümpfe, welche durch den Aufstau des Noce-Schuttkegels verursacht sind.

Fig. 16.



Meran.

Unterhalb der Thalenge liegt am rechten Berg-abhange Aichholz (Roverè della Luna), von wo ab das Gebirge sich wendet und einen weiten Vorraum für die Schlucht des Noce-Baches bildet, an dessen linkem Ufer Mezzotedesco (Deutsch-Metz) und an dessen rechtem Ufer Mezzolombardo liegt. Hier ist der Eingang in das Nonsberger und Sulzberger Thal.

Unweit der Einmündungsstelle des alten Noce-Bettes liegt St. Michele am linken und Grumo am rechten Ufer.

Sodann überschreitet die Eisenbahn nochmals die Etsch unterhalb St. Michele und bleibt nun am linken Etsch-Ufer bis Verona.

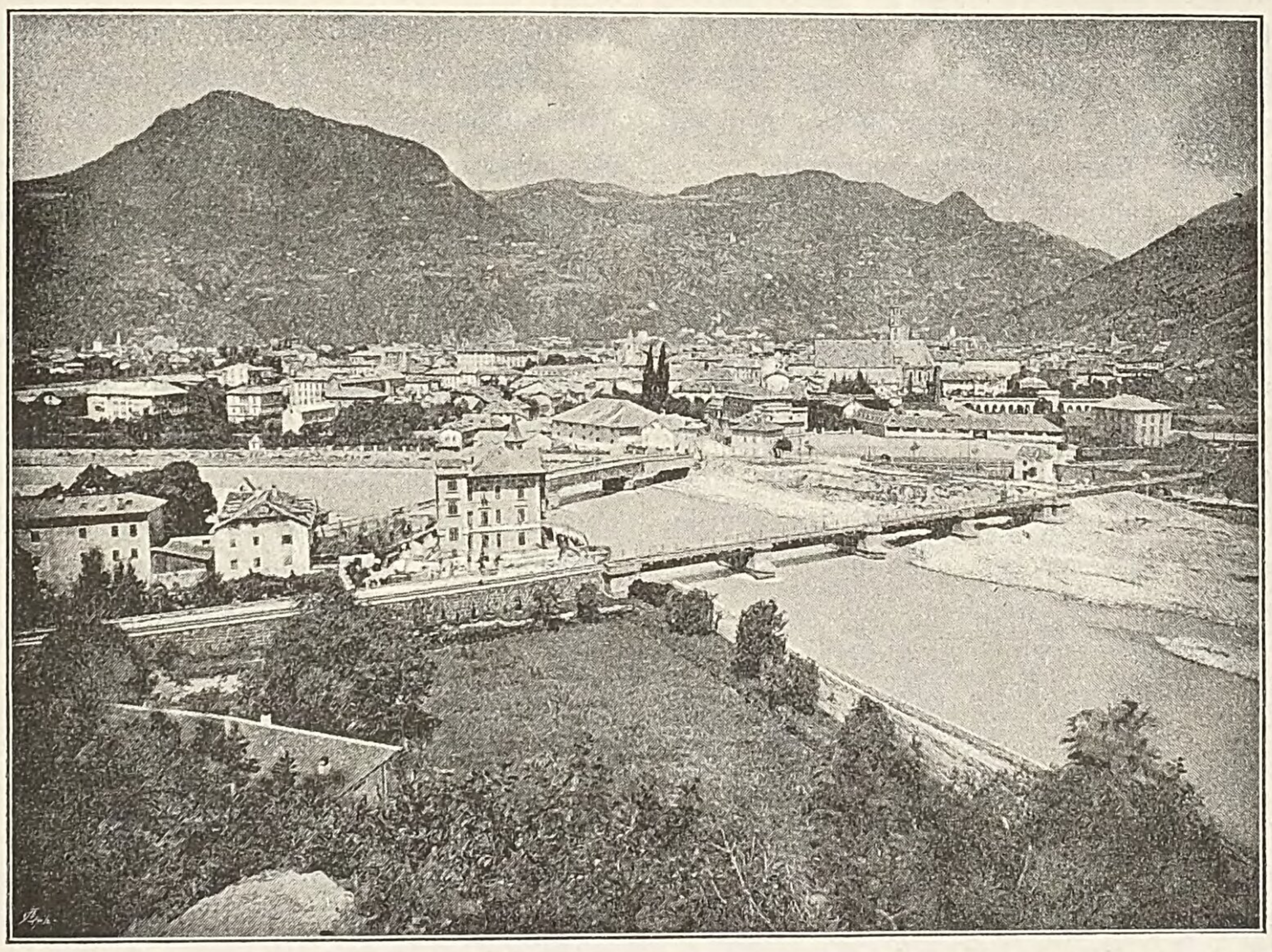
Die Etsch durchfliesst diese Thalstrecke zumeist in der Nähe der linksufrigen Berglehne und hat hier weniger mit den Wildbächen zu kämpfen. Wohl aber leiden die Flussverhältnisse hier an einem schweren Grundübel, nämlich am Rückstau des Noce und Avisio.

Der Noce-Wildbach floss vor einigen Decennien, Deutsch-Metz links lassend, direct oberhalb Grumo in die Etsch und drängte mit seinem 3 *km* im Halbmesser betragenden Schuttkegel die ganze bedeutende Thalbreite ausfüllend, die Etsch an die links-

ufrige Berglehne. Ueberdies lagerte er seine schweren, grobsteinigen Geschiebe in das Etsch-Bett selbst ab, so dass auch dieses sich stetig erhöhte und hiedurch gemeinschaftlich mit dem Noce-Schuttkegel ein Stauobject von verhängnisvollster Wirkung bildete. Wie aus den Verhandlungsacten[1] über diese Angelegenheit aus den Zeiten Kaiser Josefs II., der Kaiserin Maria Theresia und aus den ersten Decennien unseres Jahrhundertes hervorgeht, wurden die oberhalb des Noce befindlichen Grundstücke der Ortschaften Deutsch-Metz, Eichholz, Salurn, Kurtinig u. s. w. durch den Rückstau des Noce vollkommen in Moose und Sümpfe verwandelt, so dass die Bodencultur fast keinen Ertrag mehr lieferte, bösartige Fieber und epidemische Krankheiten in erschreckendstem Maasse um sich griffen und die Auswanderung der Bevölkerung in besorgniserregender Weise überhand nahm. Die Armuth und das Elend in diesen einst reichen Gemeinden hatten damals ihren Höhepunkt erreicht.

Jetzt noch sind die Grundstücke zwischen Mezzotedesco und Salurn sumpfig und in der Generalstabskarte als Paludi oder Moose bezeichnet. Die Unterlage dieser Grundstücke besteht in mächtigen Lagern aus Torf, welcher bei Colmation des Bodens und bei Austrocknung eine Senkung des ganzen Geländes verursacht. Durch die Mischung der Torfdecke mit den Alluvionen der Etsch und den Geröll-Ueberschüttungen von Wildbächen verlieren jedoch diese, wie überhaupt alle Tiroler Torfmoore in den Thalniederungen ihren eigentlichen Torf-Charakter, indem namentlich die Verwitterungsproducte des Porphyrs ihm diejenigen Nährbestandtheile zuführen, welche ihn zur Erzeugung anderer Gräser befähigen.[2]

Fig. 17.



Bozen.

Jedenfalls haben sich die Verhältnisse durch die seither mit gutem Erfolge getroffenen Maassregeln wesentlich gebessert.

Um diesen Erfolg herbeizuführen, wurde der Noce in den fünfziger Jahren von Mezzotedesco gegen Süden abgeleitet, um vorerst mit seinen massenhaften groben Geschieben die Sümpfe, welche der Rückstau des Avisio zwischen Grumo und Zambana verursacht hat, auszufüllen.

Nachdem dies zum grossen Theile geschehen, wurde der Noce eingedämmt und so ein neuer 7 *km* langer Bachlauf gebildet, der anstatt bei Michele, wie dies früher der Fall war, nunmehr unterhalb Zambana in die Etsch einmündet.

Diese Ableitung war zweifellos von den besten Folgen begleitet. Die gefahrdrohende Erhöhung des Etsch-Bettes bei St. Michele wurde nämlich dadurch für die Zukunft nicht nur unmöglich gemacht, sondern die Erniedrigung des bereits bestehenden Staurückens durch den Abtrieb des Wassers in wirksamster Weise angebahnt. Um aber den Effect dieses Werkes noch zu erhöhen, wurde oberhalb St. Michele bei Masetto, also an jener Stelle, wo die Strasse von Mezzotedesco nach St. Michele führt, ein Durchstich, der sogenannte „Masetto-Durchstich“ ausgeführt, durch welchen das Wasser in concentriertem Profile gegen den Staurücken des Noce in der Etsch mit grossem Gefälle getrieben wird und daher die Vertiefung desselben, soviel dies überhaupt möglich ist, besorgt.

Anderseits wurde durch diese Ableitung des Noce die Geschiebe-Ablagerung desselben in die Etsch auf viele Decennien abgebrochen, indem der Noce viele Jahre gebraucht hat, um die Tümpel und Sümpfe zwischen Mezzolombardo und Zambana auszufüllen und durch vier seither verflossenen Decennien noch immer nicht dazu gelangt ist, seine Geschiebe direct in die Etsch zu bringen; diese werden vielmehr jetzt noch in der Strecke zwischen der Ablenkungsstelle bei Deutsch-Metz und Zambana abgelagert, ohne die Etsch erreicht zu haben.

Man hat wiederholt gegen derartige Ablenkungen von Bächen, und insbesondere auch gegen diejenige des Noce-Baches die Einwendung erhoben, dass hiedurch das Uebel der Staurückenbildung im Hauptflusse nicht behoben, sondern lediglich von einer Stelle an eine andere, nämlich an die unterhalb gelegene neue Einmündung verlegt werde.

Herr v. Salis, schweizerischer Ober-Bauinspector in Bern, hat diese Ansicht wiederholt ganz allgemein ausgesprochen[1] und speciell auch auf die in Rede stehende Ableitung des Noce angewendet.[2]

Herr v. Salis hat ganz treffend bemerkt, dass, nachdem der Noce nach wie vor Geschiebe zu Thale führe, dieselben auf der Strecke zwischen der Ablenkungsstelle und der neuen Mündung so lange liegen bleiben müssen, bis der Noce in dieser Richtung das nöthige Gefäll gewonnen, also in dieser

[1] Acten der k. k. Hofkanzlei etc., Registratur des k. k. Ministeriums des Innern.

[2] Dünkelberg: Culturtechnische Skizzen über eine Bereisung Tirols im August und September 1871. Innsbruck 1872.

Dünkelberg: Culturtechnische Skizzen über eine zweite Reise durch Tirol im September 1872. Innsbruck 1873.

Vogt: Geologie etc.

[1] Das schweizerische Wasserbauwesen: Organisation, Leitungen und Bausysteme von Ad. v. Salis, scheizerischer Ober-Bauinspector. Bern 1883.

[2] Gutachten betreffend die Etsch-Correction von Meran (Passer-Mündung) bis Sacco (Leno-Mündung) vom 23. August 1886, von Adolf Salis, eidgenössischer Ober-Bauinspector.

ganzen Länge eine Rampe von solchem Gefälle gebildet haben werde, dass er seine Geschiebe wieder in die Etsch vorzuschieben vermöge.

Hiebei wäre es nach Ansicht des Herrn v. Salis erforderlich, das Gefälle, welches der Noce von seiner Ablenkungsstelle bis zur früheren Mündung bei St. Michele besass, als Norm für die Construierung seines schliesslichen Längenprofils in der neuen Richtung anzunehmen, denn, argumentiert Herr v. Salis, wenn der Noce dort auf seinem Alluvium lag, so sei jenes Gefälle nicht grösser gewesen, als er es brauchte, um mit seinen Geschieben in die Etsch zu gelangen.

Der Verfasser der vorliegenden Schrift, welcher im Herbste des Jahres 1887 seitens der hohen k. k. Ministerien des Innern und des Ackerbaues mit der localen Ueberprüfung des Etsch-Projectes betraut war, hat diese Frage an Ort und Stelle eingehend studiert und das Resultat seiner Erhebungen in einem umfassenden Gutachten niedergelegt,[1] und wiederholt im nachstehenden die diesbezügliche Aeusserung:

Die Annahme, dass das Gefälle zwischen der ehemaligen Ablenkungsstelle bei Mezzotedesco bis zur früheren Einmündung des Noce in die Etsch bei St. Michele für die Ausbildung des Längenprofiles des abgeleiteten Baches ohne weiteres maassgebend sei, dürfte kaum ganz zutreffend sein, nachdem dies erste rapide Gefälle von Mezzotedesco bis St. Michele durchaus kein, durch dauernde und geordnete Abflussverhältnisse charakterisiertes Ausgleichsgefälle vorstellt.

Der alte Bachlauf war vielmehr künstlich durch beiderseitige Abdämmung in dieser Trace erhalten worden, um ihm ein fixes Bett anzuweisen und möglichst ausgedehnte Grundstücke des Schuttkegels für die Cultur zu gewinnen; wäre dies nicht geschehen, so wäre der Bach successive ausgebrochen und hätte vorerst an der conischen Modellierung seines Schuttkegels stetig weiter gearbeitet. Der Umstand, dass der Noce sein künstliches Gerinne, in dem er gewaltsam gehalten wurde, stets erhöhte und durchbrach, beweist eben, dass dieses Gerinne kein Ausgleichsgefälle besass, bei welchem das von oben kommende Geschiebe bachabwärts regelmässig abgeführt würde, sondern dass der Bach die Tendenz hatte seinen Schuttkegel zu verflachen, wie dies bei Schuttkegeln überhaupt ganz allgemein beobachtet wird. Die Neigung eines Schuttkegels ist daher zumeist ein vorübergehender Zustand, welcher im allgemeinen dem Ausgleichszustand entgegengeht, aber mit diesem nicht identisch ist.

Es wird daher auch das Gefälle des Noce in seinem neuen Laufe ein weitaus geringeres sein, als dasjenige am alten Schuttkegel und wird sich zwischen der Spitze des Schuttkegels und der neuen Einmündung bei Zambana das Längenprofil nach einer weit flacheren Curve ausbilden, als dies im alten Laufe der Fall war. Würde der Schuttkegel des Noce nicht unmittelbar an die Etsch und die gegenüberliegende Berglehne anstossen, so hätte er sich zweifelsohne auch an der alten Stelle ein flacheres Gefälle ausgearbeitet. Indem man den Noce seitlich ableitete, hat man ihm den zur Verflachung des Längenprofiles unerlässlichen Spielraum erst künstlich beschafft, während an der alten Stelle die Etsch jede Erhöhung des Noce durch stetiges Unterspülen und Abschwemmen des Fusses der sich bildenden Schuttkegel-Erhöhung verhindern musste. Dass dies thatsächlich sich so verhält, ist aus dem Umstande zu entnehmen, dass, wie bekannt, Wasserspiegel und Sohle eines jeden Seitenflusses vom Wasserspiegel und der Sohle des Hauptflusses abhängig sind, daher man mit Recht die Einmündungsstrecke des Seitenflusses mit einer nach den Wasserständen verstellbaren Landungsbrücke verglichen hat.

Da überdies erwartet werden muss, dass durch die im Zuge befindlichen Gewässer-Regulierungsarbeiten und namentlich auch die Wildbach-Verbauungen eine Abnahme der Geschiebezufuhr mit der Zeit erfolgen werde, so ist auch aus diesem Grunde eine wesentliche Abnahme des Noce-Gefälles zu erwarten.

Trotzdem wird allerdings immer noch eine Hebung der bisherigen Sohle des Noce zu erwarten sein, weil die Ausgleichscurve im Längenprofil bisher noch nicht eingetreten ist.

Wie nämlich aus dem Längenprofile des Noce-Baches entnommen werden kann, zeigt sich beiläufig ein Kilometer unterhalb der Strassenbrücke von Mezzolombardo nach Nave St. Rocco ein ziemlich unvermittelter Uebergang des bis dahin steileren Gefälles in ein bis zur Einmündung in die Etsch anhaltendes bedeutend flacheres Gefälle, worauf eine künftige Hebung der Bachsohle, insbesondere in der Strecke zwischen der genannten Brücke und der Brücke im Zuge der Strasse von Zambana nach Nave St. Rocco, voraussichtlich ist, falls nicht etwa durch Wildbach-Verbauungsmaassregeln eine Verflachung des Gefälles nach oben erzielt werden sollte.

Thatsache ist allerdings, dass bei derartigen seitlichen Ableitungen grosser Wildbäche von ihren Schuttkegeln Erhöhungen der Sohle und hiemit auch der Dämme stattfinden müssen. Dies wächst jedoch nicht gewissermaassen ins Unendliche, wie es von den Anrainern derartiger Regulierungen oft befürchtet wird, sondern hat eine ganz bestimmte, technisch wenigstens nach dem heutigen Stande des Gebirgs-Wasserbaues voraussehbare Grenze, nämlich die Erreichung des Ausgleichs-Profiles. Ist dieses erreicht, dann werden allerdings die Geschiebe wieder in den Hauptfluss gelangen, doch werden das nur von oberhalb der Schuttkegel-Spitze herabtransportierte kleinere Geschiebe sein, während die katastrophenartige Verschüttung des Etsch-Flusses durch Erosions-Materiale aus dem Schuttkegel selbst, die bei dem grossen, das Ausgleichsgefälle weitaus über schreitenden Gefälle des Schuttkegels gerade am gefährlichsten ist, in Hinkunft unterbleiben wird. Es kann daher die Meinung, dass durch solche seitliche Ableitungen ein Uebel nur thalabwärts übertragen, aber nicht geheilt werde, nur in dem Sinne getheilt werden, dass an der unteren neuen Einmündung allerdings eine Erhöhung des Bettes des Hauptstromes verursacht werden kann, welche bisher nicht bestanden hatte, dass aber der Vortheil an der oberen Stelle, insbesondere im vorliegenden Falle beim Noce ein so überwiegender ist, dass an der Zweckmässigkeit der in Rede stehenden Ableitung im grossen und ganzen nicht wohl gezweifelt werden könne.

Wenn nun auch durch diese in den fünfziger Jahren ausgeführte Ableitung des Noce auf Staatskosten eine weitere Erhöhung des Staurückens der Etsch bei St. Michele verhindert und die Cultur- und Gesundheitsverhältnisse der oberhalb liegenden Gemeinden, wie aus älteren Amtsacten zweifellos hervorgeht, ganz wesentlich gebessert worden sind, so wurde die traurige Lage dieser Gemeinden doch noch nicht ganz behoben, weil knapp unter der Noce-Mündung der berüchtigte Avisio-Bach einen mächtigen weit in die Strecke Gmund-St. Michele hinreichenden Rückstau bildet, über welchen weiter unten das Erforderliche mitgetheilt werden soll.

Im Zusammenhange mit der Ableitung des Noce wurde zu Anfang der fünfziger Jahre der schon erwähnte Durchstich bei Masetto hergestellt.

Dieser Durchstich durchschnitt eine Fluss-Serpentine, welche sich in der Strecke von Masetto bis zur Ortschaft St. Michele gebildet hatte, in fliessenden Contouren ab, wodurch er

[1] A. Weber R. v. Ebenhof, k. k. Oberingenieur i. V. beim Ministerium des Innern: „Gutachten des Strassen- und Wasserbau-Departements im k. k. Ministerium des Innern vom 8. Februar 1888, zur Zahl 17533, ai. 1887.“ (Bauregistratur des k. k. Ministeriums des Innern.)

eine Flussverwilderung und damit verbundene Betterhöhung sanierte.

Dieser Durchstich erhielt eine Breite von 47 *m* am Niederwasserspiegel, von 57 *m* innerhalb der Dammkronen und eine Tiefe von 5 *m*, und zwar wurde derselbe absichtlich eng angelegt, um das Abtreiben des grobsteinigen Materiales des Noce-Schuttkegels zu bewirken. Leider hat sich jedoch dieses Materiale als zu fest erwiesen, so dass die Hoffnungen in dieser Hinsicht sich nicht in vollem Maasse erfüllen konnten.

Die Folge davon war aber auch, dass das Profil des Masetto-Durchstiches ungenügend blieb, die von oben herabkommenden Hochwassermassen zu fassen und bei dem Hochwasser vom Jahre 1868 allseitig überronnen wurde.[1]

Mit Recht nannte daher Oberbaurath Kink[2] den Masetto-Durchstich einen doppelten Trichter, nachdem er in der Mitte zu eng war und gegen beide Enden an breitere Flussstellen grenzte. Hiedurch wurde bei Hochwässern allerdings eine Stauung verursacht.

Im Durchstiche bildeten sich grosse Gefällsstürze, während das erodierte Materiale sich in der überbreiten Strecke zwischen der Ortschaft St. Michele und der Eisenbahnbrücke daselbst ablagerte.

Um die Calamität noch zu vergrössern, gesellte sich auch die Eisenbahnbrücke über die Etsch bei St. Michele dazu, welche nicht nur eine ganz ungenügende Durchflussweite besass, sondern deren Pfeiler durch Steinwürfe gegen Unterspülung derart gesichert waren, dass hiedurch eine Eintiefung der Sohle geradezu unmöglich wurde.

Ausser dem Uebelstande des Rückstaues durch den Noce, den Avisio und die Eisenbahnbrücke von St. Michele litt der Flusslauf der Etsch in der zweiten Section besonders an Serpentinierung und der damit verbundenen Bildung von überbreiten, flachen Ufern und Flusspaltungen, wodurch seit jeher Ueberschwemmungen und Verheerungen verursacht worden waren.

Es wurden daher schon in den fünfziger Jahren mehrere Durchstiche ausgeführt, die hier kurz besprochen werden sollen.

Vorerst wurde ob und unter Neumarkt, wo der Fluss vollständig verwildert war, ein Durchstich in gerader Linie ausgeführt, von dem der obere bei Vill liegende Theil, der Viller, der andere unter Neumarkt liegende Theil, der Neumarkter Durchstich genannt wird.

Der Anschluss dieses Durchstiches an den unteren Flusstheil war ein zu jäher und da auch die Erhaltung desselben durch die Interessenten viel zu wünschen übrig liess, drangen bei Ueberschwemmungen die Hochwässer über den schlechtgeschützten rechtsufrigen Damm in das noch nicht verlandete Altbett, wodurch Verheerungen und Versumpfungen entstanden.

Weiters wurden ebenfalls in den fünfziger Jahren zwischen St. Florian und Salurn der Laager und Kurtinger Durchstich hergestellt, deren Situation aus Tafel 16 zu entnehmen ist.

Obwohl sich diese Durchstiche im allgemeinen gut bewährten und ihre segensreiche Wirkung nicht zu verkennen war, so war doch der Flusslauf vor Inangriffnahme der Etsch-Regulierung nach den Gesetzen aus den Jahren 1879 und 1886, also der eigentlichen systematischen und durchgreifenden Regulierung des ganzen Flusslaufes, doch nur nothdürftig verbessert und zum geringen Theile geschützt, so dass bei grossen Elementar-Katastrophen an ein schadloses Abfliessen der Hochwässer nicht zu denken war.

[1] Semrad: Technischer Bericht über die am Etsch-Flusse von Masetto bis Nomi vorzunehmenden Correctionen, vom 20. Jänner 1876.

[2] Gutachten des k. k. Oberbaurathes Martin Kink über die Regulierung des Etsch-Flusses zwischen Gmund und Masetto, vom 25. Dec. 1869.

Gleich beim Beginn der Sectionsgrenze unterhalb der Eisenbahnbrücke von Gmund zeigte der Flusslauf so rapide Krümmungen bis zum Viller Durchstich, dass das Hochwasser denselben unmöglich folgen konnte; ebenso war auch die bisher unregulierte Strecke zwischen dem alten Neumarkter und dem alten Laager Durchstich, wo die Etsch in mehrfachen Windungen und Flusspaltungen die Reichsstrasse, die Eisenbahn und die umliegenden Gelände überschwemmte und verwüstete. Insbesondere geschah dies im Jahre 1868, wo die Häuser der Ortschaften Neumarkt und Salurn bis zum ersten Stock im Wasser standen und die Felder und Fluren unermessliche Schäden erlitten.

Infolge dieser Zustände versumpfte ein grosser Theil der Liegenschaften, welche durch die bestehenden Binnen-Entwässerungsgräben, so den Kalterer Abzugsgraben, den Cadino-Graben, den Porzengraben, den Neumarkter Graben, den Auerer Graben u. s. w. nicht entwässert werden konnten, weil infolge der Betterhöhung der Etsch und des Wasserstaues die erforderliche Vorflut fehlte.

Es kann daher der Zustand dieses Theiles des Etsch-Thales vor Inangriffnahme der systematischen Regulierung als ein sehr trostloser bezeichnet werden.

F. Der Etsch-Lauf in der Strecke von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis zur Leno-Mündung bei Sacco.

Diese Strecke bildet nach den neuen Etsch-Regulierungs-Gesetzen die sogenannte dritte Section, im Volksmunde heisst sie die untere Etsch zum Unterschiede zwischen der „Mittel-Etsch" von Bozen bis Trient und von der „Oberen Etsch" zwischen Meran und Bozen. Die Länge dieser Strecke beträgt 42·3 *km*.

Diese Strecke besteht aus drei ausgedehnten Thalbecken, nämlich dem Becken bis zur Thalenge von Trient, dem zweiten Becken von Trient bis zur Thalenge von Calliano und dem dritten Thalbecken, welches sich von Calliano über Roveredo und Sacco bis zur Thalenge von Serravalle erstreckt.

Die Verhältnisse der unteren Etsch sind weitaus complicierter als diejenigen der Mittel-Etsch, bei welcher, wie wir gesehen haben, es sich hauptsächlich um einige serpentinierende und überbreite Flusstrecken handelte, dagegen aber keine nennenswerten Wildbäche vorhanden waren, welche das Regime des Flusslaufes wesentlich alterierten. Die den Rückstau in die Mittel-Etsch verursachenden beiden Wildbäche Noce und Avisio gehören bereits der unteren Etsch, beziehungsweise der dritten Etsch-Regulierungssection an.

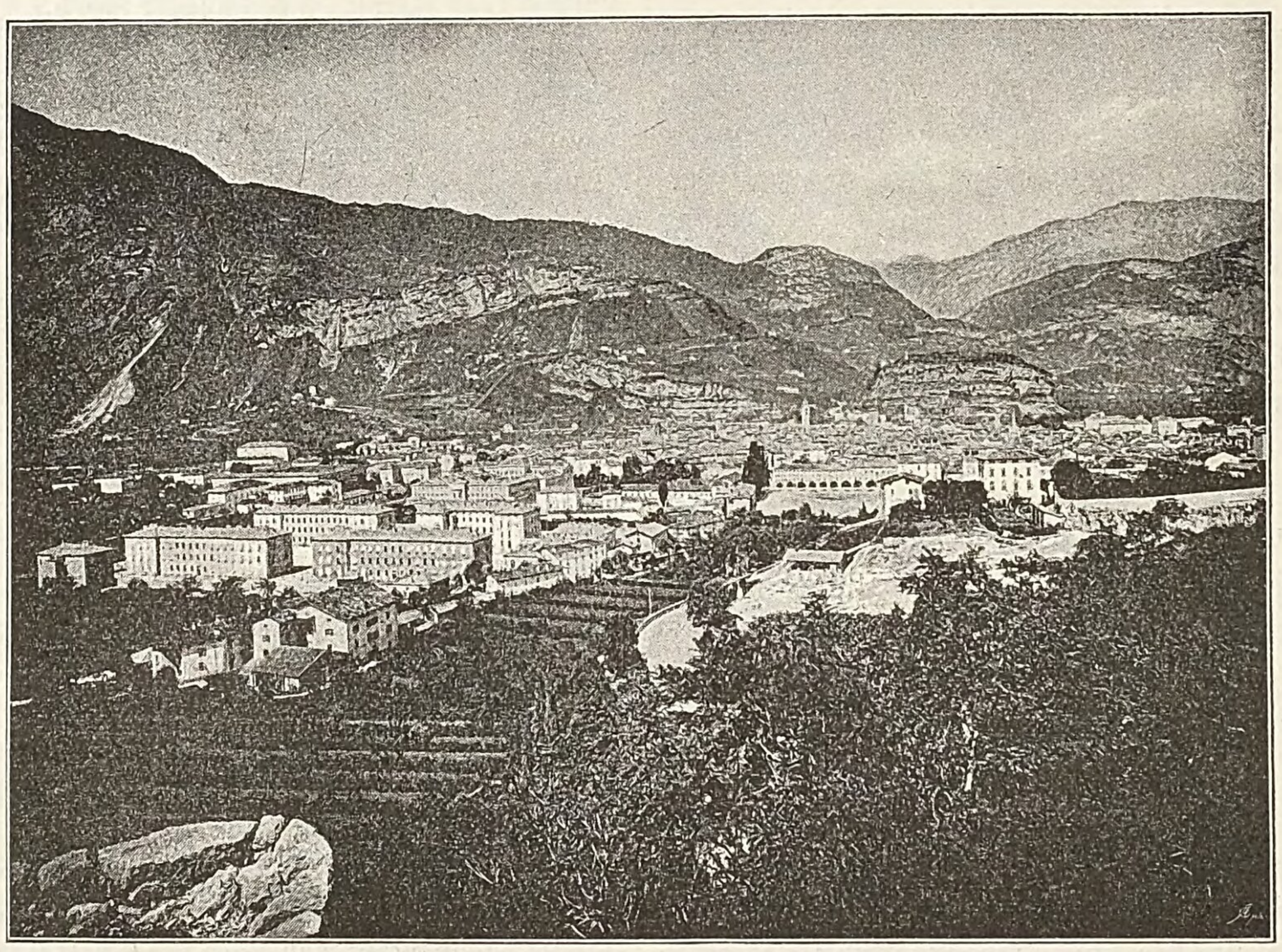
Ganz anders als in der Mittel-Etsch ist es hier. Mächtige Wildbäche schieben ihre Schuttkegel in die Thalsohle vor, bilden bedeutende Staurücken und verursachen dadurch einen Aufstau im oberhalb gelegenen Flusstheile. Von diesen Wildbächen der grösste und gefährlichste ist der Avisio, nach dem Eisack der grösste Zufluss der Etsch. Ausserdem ist der Noce, die Fersina bei Trient, der Rio Secco bei Besenello, der Ross-Bach bei Calliano und schliesslich der Leno bei Roveredo besonders erwähnenswert. Diese Gebirgszuflüsse spielen in dieser Section eine umso grössere Rolle, als zu ihrer Bewältigung ganz ausserordentliche Maassnahmen erforderlich sind, die ihresgleichen in der Welt nicht haben und ein hervorragendes technisches Interesse besitzen. Es sind dies die monumentalen Thalsperren, welche bei reissenden Gebirgsflüssen in diesen Dimensionen und mit diesem Wirkungsgrade bisher noch nicht angewendet worden und in der technischen Literatur bisher nur ganz oberflächlich oder gar nicht behandelt worden sind.

Diesen Bauten soll in der Folge eine eingehende Erörterung und Beschreibung zutheil werden.

Ausser diesen, den regelrechten Ablauf der Hochwässer hindernden Wildbächen sind es aber auch zahlreiche bedeutende Flusskrümmungen, Ueberbreiten, Flusspaltungen u. s. w., welche zu den grössten Uebelständen Veranlassung geben, daher schon vor Inangriffnahme der systematischen Etsch-Regulierung nach den Gesetzen vom Jahre 1879 und 1886, und zwar in den fünfziger Jahren zahlreiche locale Regulierungen von der Staatsregierung und von der Südbahn ausgeführt worden sind. Es sind dies die Durchstiche von Centa und Briamasco bei Trient, der Durchstich von Virginia bei der Einmündung des Fersina unterhalb Trient, der Durchstich von Lidorno zwischen Ravina und Matarello, der Durchstich bei Ischia Perotti in der Nähe von Acquaviva und der Durchstich von Nomi, die bei der speciellen Beschreibung des Flusslaufes noch näher erörtert werden sollen.

Bei Beschreibung der Flussverhältnisse haben wir immer die Verhältnisse im Auge, wie sie nach Ausführung dieser localen Durchstiche, etwa nach der Hochwasser-Katastrophe vom Jahre 1868 und vor dem Inslebentreten der systematischen Regulierung bestanden haben und insoweit seither nicht die Regulierungsbauten ausgeführt oder mindestens begonnen wurden, noch heute bestehen.

Fig. 18.



Trient.

Die Flusstrecke zwischen der bereits besprochenen Eisenbahnbrücke von St. Michele, wie sie früher bestanden hat und der Einmündung des Noce wendet sich an die linke Thalseite bis Nave; sie vermag aber diese Richtung nicht weiter einzuhalten, denn es stellt sich ihr der gewaltige Schuttkegel des Avisio entgegen, dessen Basis einen Halbmesser von $2^3/_4$ *km* besitzt, ein Schuttkegel, der die Etsch an die steilen, felsigen Abfälle des rauhen Kalkgebirges am rechten Etsch-Ufer, insbesondere an die Abhänge des Costone Bedolle (920 *m*) und des Doss del Ghirlo (916 *m*) drängt, das Flussbett der Etsch überschüttet, verwildert und verengt und das ganze Etsch-Thal von Nave St. Rocco bis Gardolo, das ist eine Länge von beinahe 6 *km*, beherrscht.

An der Spitze dieses Schuttkegels tritt der Avisio-Bach aus einer wilden Felsschlucht hervor, an deren Ausgang die Ortschaft Lavis liegt und hinter der das ausgedehnte Thal des Avisio unter den Namen des Cembra-, des Fleims- und des Fassa-Thales sich erstreckt.

Von hier wälzt der Avisio seine mächtigen Fluten, gegen welche schon seit dem sechzehnten Jahrhundert sowohl die Stadt Trient, als die Ortschaft Lavis die stärksten Bollwerke errichteten, ohne sich eine dauernde Sicherung verschaffen zu können. Erst der systematischen Etsch-Regulierung, verbunden mit der hydrotechnischen Verbauung der Seitenthäler ist es vorbehalten, diese Aufgabe entsprechend zu lösen. Im unteren Theile ist dieser Schuttkegel von der Südbahn durchschnitten, welche ihn mittelst des 921 *m* langen, aus rothen Quader-Kalksteinen erbauten Viaductes „ai Vodi" überschreitet. Wie mächtig die Schuttablagerungen des Avisio sind, geht daraus hervor, dass dieser im Jahre 1862 erbaute gewölbte Viaduct seine lichte Höhe schon nach zehnjährigem Bestande um 2 *m* verringerte und in den Schuttablagerungen gewiss schon begraben wäre, wenn nicht durch ausserordentliche Anstrengungen, insbesondere aber durch Erbauung der monumentalen Thalsperre am Ausgange der Avisio-Schlucht bei St. Giorgio oberhalb der Ortschaft Lavis, die weitere Geschiebezufuhr aus dem Cembra-Thale vorläufig abgeschnitten und hiedurch eine enorme Vertiefung des Bachbettes bewirkt worden wäre.

Der Rückstau dieses Schuttkegels auf die obere Flussstrecke ist ein so grosser, dass das Gefälle derselben beinahe vollkommen absorbiert wird und es unterliegt keinem Zweifel, dass ohne radicale Abhilfe die ganze obere Gegend der Versumpfung und dem sicheren Verderben bis zur Unbewohnbarkeit entgegen gehen müsste.

Gezwungen, sich das nothwendige Gefälle zu erhalten, hat sich auch das Flussbett der Etsch in der Strecke von St. Michele bis zur Avisio-Mündung, mit der fortwährenden Erhöhung des Schuttkegels mindestens zum Theile Schritt haltend, erhöht, so dass die umliegenden Felder tiefer liegen und versumpft sind.

Man hat es oft dem grobsteinigen Untergrund des ehemaligen Noce-Schuttkegels, auf dem sich diese Fluss-Strecke zum Theile bewegt, zuschreiben wollen, dass sich das Bett nicht vertiefe; dies ist aber nicht zutreffend, denn der Natur der Sache nach liegt hier die Tendenz zur Eintiefung des Fluss-Schlauches gar nicht vor, sondern vielmehr eine solche der stetigen Erhöhung.

Diese Flusstrecke ist mit vielen Ueberbreiten behaftet und gefährdet durch scharfe unvermittelte Ecken bei Nave die Eisenbahn und Reichsstrasse, sowie bei Zambana die umliegenden Grundstücke.

Von der Einmündung des Avisio in die Etsch bis gegen Trient rücken die Thalwände immer mehr zusammen. Am rechten Etsch-Ufer bieten die steilen Abhänge des Kalkgebirges, an dessen Fusse sich die Etsch bis knapp oberhalb Trient hinzieht, keinen Raum für Ansiedlungen, während an der flacher modellierten linksufrigen Berglehne sich die Reichsstrasse bei der Ortschaft Gardolo und dem mit Reben und Maulbeerbäumen reich bepflanzten lieblichen Abhange des Kalisberges mit der Ortschaft Meano bis Trient erstreckt. Die Südbahn durchschneidet das reiche, das „Campo Trentino" oder „Agro

Trentino" genannte Thalgebiet am linken Etsch-Ufer in einer einzigen Geraden von $5^1/_2$ *km* Länge.

Bei Trient bildet das Thal eine förmliche Enge, indem der altbefestigte „Doss Trento" seine breite Basis weit nach Osten verschiebt, und zwischen dem Weichbilde der Stadt und sich nur soviel Raum übrig lässt, als die Etsch zu ihrem Abflusse erfordert. (Fig. 18.)

In dieser Strecke zieht die Etsch, vorerst einen rapiden Bogen bei „Ischia Wolkenstein" bildend, in sonst ziemlich regelmässigem Verlaufe, wobei nur einige überbreite Stellen zu Geschiebe-Ablagerungen und Unregelmässigkeiten des Flusslaufes Veranlassung geben.

Um sich vor den verderblichen Einbrüchen der Etsch und des Avisio an der gefährlichen concaven Stelle bei „Ischia Wolkenstein" unterhalb der Avisio-Mündung zu schützen, bauten die Interessenten einen 600 *m* langen Damm von ausserordentlicher Stärke, die sogenannte „Rosta Tonnera" („Damm der Grafen Thun"), welcher für Trient eine unermessliche Bedeutung hat.

Der ausgezeichnete und wohlerfahrene Wasserbau-Ingenieur der Stadtgemeinde Trient, Herr Apolonio,[1] schreibt über diesen Damm folgendermassen:

Die „Rosta Tonnera" war immer und wird immer die erste Ursache aller Ueberschwemmungsschäden der Stadt Trient und des Campo Trentino sein, so lange nicht ein Durchstich bei Ischia Wolkenstein gemacht wird.

Sie wurde seit Menschengedenken schon wiederholt und in jüngster Zeit in den Jahren 1868, 1882 und 1885 durchbrochen.

Man kann sie heben, verstärken und profilieren wie man will, sie wird trotzdem eine dauernde, schwere Gefahr bleiben, sei es, dass ihre Trace fehlerhaft ist, sei es, weil die directe Einmündung des Avisio in die Etsch einen Gefällssturz von 2 *m* verursacht, infolge dessen die Strömung den Charakter eines plötzlichen Absturzes erhält und gegen die concave Rosta Tonnera in unwiderstehlicher Weise anstürmen muss.

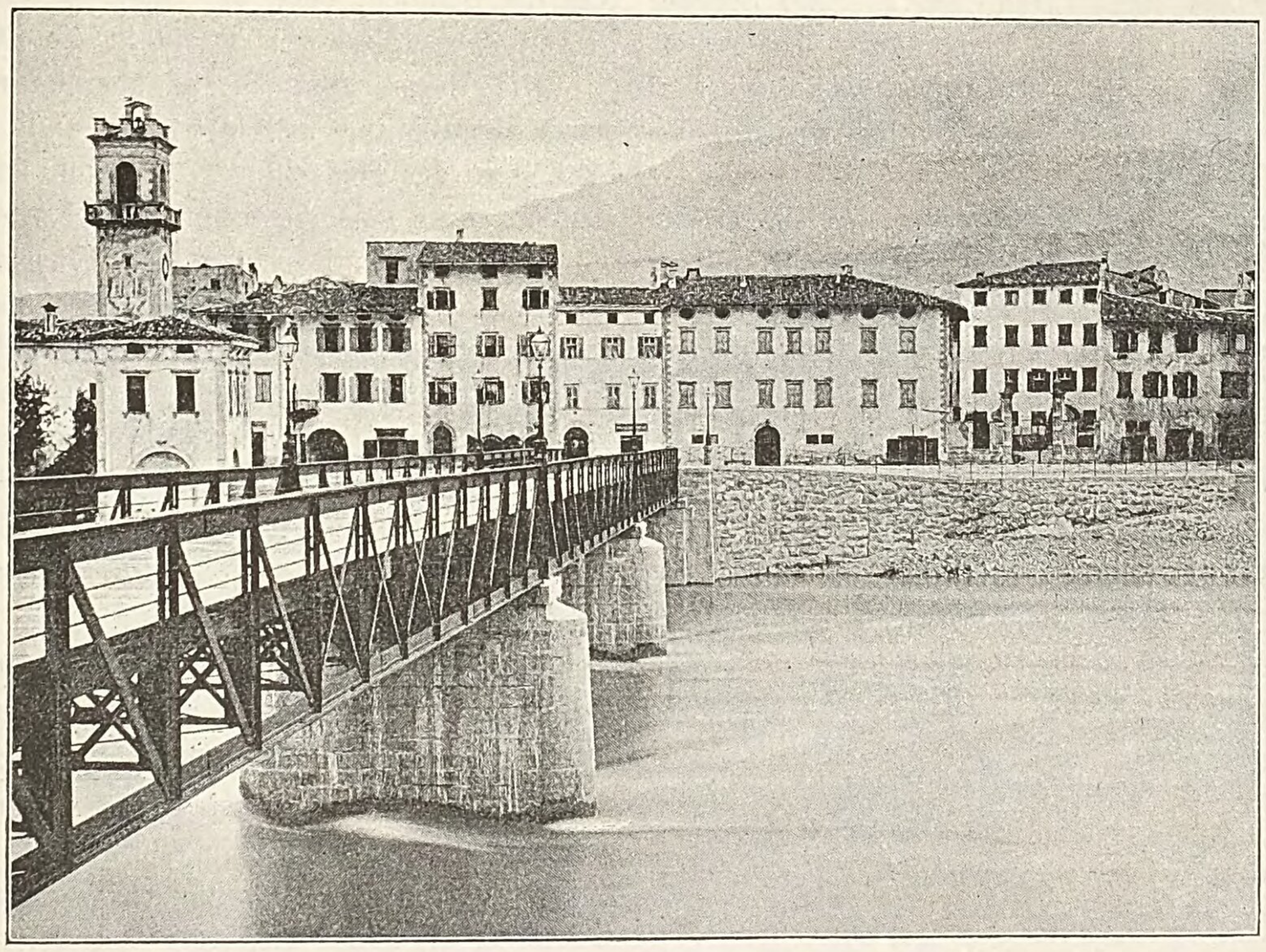
Hiezu kommt noch, dass die Wässer des Avisio eine grosse Menge grosser Holzklötze führen, welche an das Mauerwerk anprallend, dasselbe aus dem Verbande bringen und zerstören.

Ausser dieser gefährlichen Flusskrümmung bei Ischia Wolkenstein war noch eine zweite Krümmung unmittelbar oberhalb Trient bei Centa, welche, sich von Vela gegen Osten wendend, die linksufrige Berglehne erreichte, dort nochmals umbog und im Nordwesten von Trient wieder zur rechtsufrigen Berglehne zurückkehrte. Diese unglückselige Lage des Flussbettes gab zu furchtbaren Heimsuchungen der Stadt Anlass und wurde aus diesem Grunde in den fünfziger Jahren der Bogen durch einen Durchstich abgeschnitten, welcher der Durchstich von Centa genannt wird. Unterhalb dieses Durchstiches und zwar unter der Brücke der Judicarien-Strasse, dem sogenannten Ponte di San Lorenzo, wurde durch den Durchstich von Briamasco ein kleinerer Bogen abgeschnitten, so dass beide Durchstiche einen Doppeldurchstich bilden.

Das Normalprofil dieser beiden Durchstiche erhielt eine Breite von 60·7 *m* in der Höhe des Niederwassers und eine solche von 77·75 *m* zwischen den Dammkronen, wobei letztere 4·42 *m* über dem Niederwasser erhoben waren.

Die Einbettung des Flusses erfolgte mit $^1/_{35}$ bis $^1/_{40}$ der Niederwasserspiegelbreite und es ist auch eine naturgemässe Vertiefung des Flusses am Anfange des Durchstiches eingetreten.

Fig. 19.



Die Etsch-Brücke in Sacco.

Die Uferpflaster wurden im Verhältnis von 2 : 3 geböscht und mit einer 1·9 *m* breiten Mittelberme angelegt.

Leider entsprachen die Durchflussweiten der schon erwähnten alten Brücke von St. Lorenzo nicht dem Erfordernisse, so dass sie ein eminentes Stauhindernis bilden musste.

Diese alte, nunmehr durch die Etsch-Regulierung im Jahre 1889 durch eine Eisenconstruction ersetzte Brücke war gewölbt und bestand aus vier Bögen und drei Mittelpfeilern. Die Kämpfer der Bögen waren 4·10 *m*, die Schlussteine derselben 6·15 *m* über dem Nullpunkt des Pegels erhoben.

Da jedoch die Brückendurchflussweite bloss 420 m^2 betrug, während der Wasserquerschnitt des ebenfalls schon ungenügenden Centa-Durchstiches 488 m^2 betrug, so musste die alte Brücke offenbar als Stau-Object wirken.

Im Jahre 1882 stand das Hochwasser bis zur Kämpferhöhe und der Rückstau hinter der Brücke betrug 41 *cm*, obwohl nach Apolonio noch 380 m^3 Wasser per Secunde auf anderen Wegen als durch den Centa-Durchstich abflossen. Wäre alles Wasser durch die Etsch geflossen, so würde es 1·20 *m* über den Kämpfer gereicht und die Brücke umso sicherer zum Einsturze gebracht haben, als sie sich im Jahre 1868 um 130 und im Jahre 1882 um weitere 20 *mm* local senkte.

Die stauende Wirkung der Lorenzo-Brücke war umso gefährlicher, als thatsächlich die Thalenge von Trient durch die Stadt in bedenklicher Weise verstellt wird. Der Doss Trento im Westen, der Damm der Judicarien-Strasse mit der mangel-

[1] Apolonio, ingegnere idraulico: Relazione sulle piene dell' Adige e dell' Avisio e sui lavori da eseguirsi per difendere la città e le campagne di Trento. Trento 1885.

haften Brücke und dem Körper der Südbahn in der Mitte, schliesslich die Stadt Trient im Westen bildeten sozusagen ein festes Wehr quer über das Etsch-Thal, gegen welches die ausserordentlichen Hochwässer einstürmten.

Bedenkt man, dass fast alle Keller, der dritte Theil der Erdgeschosse der Häuser, die Strassen und Plätze der Stadttheile della Prepositura, della Portela, di Centa, del Vo, del Suffraggio und di St. Marco, dann eine weithin ausgedehnte Zone des Campo Trentino und die Strasse nach Gardolo unter dem Hochwasserspiegel der Jahre 1868, 1882 und 1885 gelegen sind,[1] wozu noch die einen grossen Theil der Stadt mit vollkommener Vernichtung bedrohende Fersina kommt, so bekommt man ein Bild über die Lage der Stadt Trient bei grossen Ueberschwemmungen.

Erwägt man die Lage der Stadt Trient im Zusammenhange mit dem Avisio und der Etsch, so ist es klar, dass die Stadt nicht nur durch die Etsch, sondern auch durch einen directen Ausbruch des Avisio gegen dessen linkes Ufer und über das Campo Trentino angegriffen werden kann, was einer unermesslichen Verheerung gleichkommen würde.

Die Hauptvertheidigungslinie der Stadt Trient und ihrer Grundstücke ist daher das linke Etsch-Ufer von der Brücke von St. Lorenzo angefangen bis zur Einmündung des Avisio in die Etsch und sodann das linke Ufer des Avisio bis zur Brücke der Reichsstrasse in Lavis, das ist bis zur Avisio-Schlucht.

Werden diese Linien nicht durchbrochen, so ist Trient gesichert, wobei selbstverständlich die Fersina ausser Betracht kommt, längs welcher eine zweite Vertheidigungslinie vom Austritte aus der Fersina-Schlucht bei der Cornicchio-Sperre bis unter die Reichsstrasse sich erstreckt.

Das rechte Ufer der Etsch von der Einmündung des Avisio bis zur Einmündung der Fersina unterhalb Trient schützt wohl auch einen Streifen Culturgrundes, einige isolierte Häuser und den niedrig gelegenen Theil der Vorstadt Piè di castello, hat aber für Trient nur untergeordnete Bedeutung.[2]

Eine weitere Ursache der Ueberschwemmungen in Trient ist aber schliesslich auch der Trienter Hauptabzugsgraben (fossa di scola di Trento).

Dieser Graben, welcher die Wässer aus Gardolo und dem Campo Trentino sammelt, mündet in das alte Etsch-Bett von Centa bei Trient, in dessen jetzt wohlgeordneter Mitte er in einer gemauerten Cunette fliesst, und wird in der Nähe der Gas-Anstalt in die Etsch eingeleitet. Er mündet jedoch wegen Mangel an grösserer Vorflut ziemlich tief in die Etsch ein, so dass bei höheren Wasserständen der letzteren der Abfluss des Trienter Abzugsgrabens verhindert wird und durch den Rückstau der Etsch nicht unbelangreiche Ueberschwemmungen verursacht werden.

Dieser Rückstau beginnt sich im genannten Abzugsgraben fühlbar zu machen bei einem Wasserstande der Etsch von 1·60 *m* am Pegel bei der Brücke von St. Lorenzo, beginnt die Keller der Stadt zu überschwemmen bei einem Wasserstande von 2·60 *m*, die Felder von Trient bei 2·80 *m*, den Platz della Portella bei 4·10 *m* und erstreckt sich schliesslich mit dem Steigen des Etsch-Hochwassers successive auf das ganze bereits beschriebene Inundationsgebiet in Trient.[3]

Schon die gewöhnlichen, jährlich wiederkehrenden Hochwässer verursachen einen derartigen Rückstau, welcher durch den fortwährenden Wechsel des Grundwasserstandes, durch die Feuchtigkeit, die sich in den Häusern lange festsetzt und durch die Miasmen, die sich nach dem Zurücktreten der Wässer auf den niedrig gelegenen überschwemmten Gründen bilden, auf die Gesundheits-, Landwirtschafts- und Verkehrsverhältnisse höchst nachtheilig wirkt.

Ausser den bereits besagten Uebelständen muss noch erwähnt werden, dass sich vor dem Jahre 1879 alle bestehenden Dämme oberhalb Trient in mangelhafter Verfassung befanden, insbesondere auch eine ungenügende Höhe besassen, so dass sie bei grösseren Hochwässern von allen Seiten überströmt werden mussten. Auch hiedurch wurden seit jeher viele Dammbrüche verursacht, da die durch Pflasterungen nicht geschützte Rückenseite der Dämme dem Wasserangriff nicht zu widerstehen vermochte.

Auch die Durchstiche von Centa und Briamasco, welche nur 1386 m^3 Wasser per Secunde abzuführen vermochten, waren für die schadlose Abfuhr der Hochwässer selbstverständlich nicht genügend.

Südlich von Trient öffnet sich am linken Ufer über buntgestalteten Höhen und Bergvorsprüngen die Thalenge von Trient. Aus der Schlucht ober der Stadt tritt der Fersina-Wildbach hervor, der südlich von Trient in die Etsch mündet.

Die Besprechung dieses überaus wichtigen Wildbaches, seiner Regulierung im Unterlaufe und der grossartigen Verbauung in der Thalschlucht, die wohl als technisches Unicum dasteht, muss einem eigenen Capitel vorbehalten werden.

Zur besseren Regelung des Flusslaufes an der Fersina-Mündung, namentlich um einen rechtsseitigen Ufervorsprung abzutreiben, wurde an dieser Stelle schon in den fünfziger Jahren der Etsch-Durchstich bei Virginia ausgeführt. Er hatte eine sehr gute Wirkung, indem infolge der beiderseitigen Regulierungs- und Einschränkungsbauten der früher durch die directe Einmündung der Fersina gebildete Staurücken gänzlich abgetrieben und eine Flussenkung von 1·8 *m* erzielt worden ist.

Knapp unterhalb der Fersina-Mündung fliesst der Ravina-Wildbach in die Etsch ein, der bei Hochwässern viel Geschiebe führt und zu Verwilderungen des Flussbettes Veranlassung gab.

Unterhalb Ravina bei Lidorno wendete sich die Etsch plötzlich unter rechtem Winkel gegen die linksufrige Berglehne, floss längs derselben bis unterhalb Romagnano und wendete sich dort, die ganze Thalbreite der Quere nach durchfliessend, nach Matarello, wo sie eine zweite Krümmung über das ganze Thal bildete und die sogenannte „Ischia Perotti" bis Acquaviva umfloss.

Diese enormen Unregelmässigkeiten verursachten Rückstauungen und gaben zu fortwährenden Durchbrüchen an den concaven Ufern Veranlassung, so dass die Behebung derselben zu den ersten Arbeiten gehörte, die in den fünfziger Jahren im unteren Etsch-Thal bewirkt werden mussten. Es geschah dies durch Herstellung zweier Durchstiche, welche die besagten Krümmungen in geraden Linien durchschnitten, nämlich durch den „Durchstich von Lidorno" und den „Durchstich von Ischia Perotti."

Der Lidorno-Durchstich war der zweite, welcher in der unteren Etsch in den Jahren 1848 bis 1850 in einer Länge von 2200 *m* hergestellt wurde.

Derselbe erhielt eine Breite von 75·85 *m* im Niederwasserspiegel und von 94·82 *m* zwischen den 4·26 *m* höheren Uferdämmen. Die Uferböschungen wurden $1:1^1/_2$ mit einer 1·9 *m* breiten, 2·84 *m* über Niederwasser gelegenen Berme angelegt.

Die Einbettung des Flusses erfolgte auf eine sehr regelmässige Weise und betrug $^1/_{35}$—$^1/_{40}$ der Niederwasserbreite.

[1] Apolonio a. a. O.

[2] Apolonio: Relazione sull' efficacia dei lavori recentemeate eseguiti ed ancor da eseguirsi lungo l'Adige a difesa della città e delle campagne di Trento. Trento li 2. Novembre 1889.

[3] Apolonio a. a. O.

Die gewöhnlichen Hochwässer mit einer mittleren Höhe von etwa 4 *m* fanden in demselben einen ganz regelmässigen Abfluss. Im Jahre 1868 hingegen hat sich das Flussbett als unzureichend erwiesen, indem oberhalb und gegen Ende des Durchstiches die Ufer wegen ungenügender Höhe überströmt wurden, wodurch die ganze Thalfläche überschwemmt worden ist.

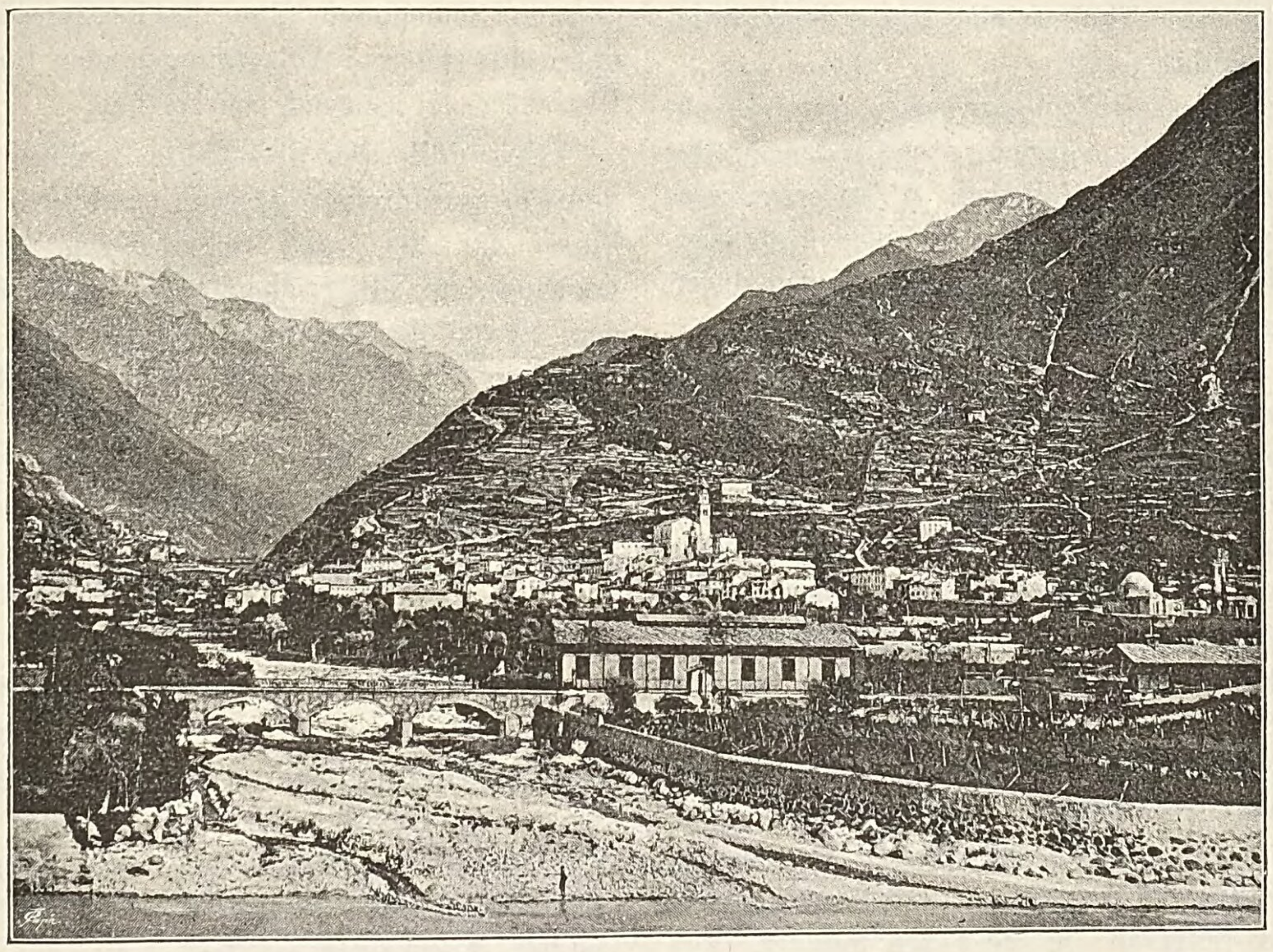
Die Berechnung des Abflussvermögens dieses Durchstiches gibt bei einer mittleren Profilfläche bis zur Krone der Uferdämme von 448 m^2, dem benetzten Umfang von 88·7 *m*, dem hydraulischen Radius von 5·5 *m*, dem Gefälle von 0·000632 eine Wassermenge von 1519 m^3, was jedenfalls zu wenig ist.

Das Altbett der Etsch war vor Inangriffnahme der neuen systematischen Etsch-Regulierung nicht verlandet und stösst die Verlandung auch heute noch auf Schwierigkeiten administrativer Natur.

Der unmittelbar angrenzende Durchstich von Ischia Perotti war der erste Durchstich, der im Jahre 1844/45 an der unteren Etsch hergestellt worden ist. Seine Länge ist 1500 *m*. Die Breite im Niederwasser 56·9 *m*, der Kronenabstand 74·6 *m*, die Höhe der Krone über dem Niederwasser ist 4·42 *m*.

Infolge der Ausführung des oberen Durchstiches von Lidorno ist eine bedeutende Erhöhung der Flussohle im Durchstich von Ischia Perotti eingetreten, indem die von oben in Bewegung gesetzten Geschiebe in den unterhalb dieses Durchstiches vorkommenden Unregelmässigkeiten derart angehäuft wurden, dass eine namhafte Stauung am Ende dieses Durchstiches entstanden ist, welche sich flussabwärts fortpflanzte. Das Abflussvermögen dieses Durchstiches von 763 m^3 ist nicht genügend, daher auch Wasserstände über 3 *m* die Uferdämme überströmten und das anliegende gut cultivierte Land überschwemmten.

Fig. 20.



Die Etsch bei Ala an der Reichsgrenze.

Bei Matarello öffnet sich die Mündung des anmuthigen Hochthales von Vigolo-Vattaro, welches den Uebergang zum Caldonazzo-See in der Valsugana bildet und es tritt der Matarello-Bach mit seinem Schuttkegel bis an den Ort heran.

Bei Acquaviva tritt die Etsch in ein ungeregeltes mit doppelten und dreifachen Ueberbreiten behaftetes Bett, dessen Ufer von den Interessenten mangelhaft versichert wurden. Erst vom Einfluss des Ross-Baches wurden die Ufer besser im Stande gehalten.

Infolge der Ueberbreiten blieben die von oben kommenden Geschiebe liegen, verursachten eine Flussbetterhöhung und einen Rückstau bis zum Matarello-Durchstich.

Hiezu kamen noch die Geschiebe des Rio Secco bei Besenello und des Ross-Baches bei Calliano, welche senkrecht in die Etsch mündeten und zur Verwilderung des Flussbettes, namentlich bei Hochwässern nicht wenig beitrugen.

Insbesondere hat der Wildbach Ross-Bach (torrente Gola) in der Etsch einen Staurücken von 1 *m* Höhe gebildet.

Diese ohnehin ungünstigen Zustände haben sich nach Ausführung der oberen Durchstiche noch wesentlich verschlimmert, umsomehr als die weitere Abtreibung des von oben herabkommenden Geschiebes wegen des geringen Gefälles im Unterlaufe, namentlich der eine weitere Eintiefung bei Sacco verhindernden Felsbank, unmöglich schien.

Oberhalb Calliano bildete eine bedeutende Flusskrümmung ein weiteres Hindernis für die Abfuhr der Geschiebe und der Hochwässer.

Bei Calliano, wo der Uebergang in das grüne Hochthal von Folgaria (Thal des Ross-Baches) in das Thal des Astico ist, beginnt das Laager-Thal (Val Lagarina).

Hier floss die Etsch früher in einem weiten Bogen über das Thal gerade unter dem Castell Pietra, hat aber in den fünfziger Jahren ein neues Bett erhalten in dem sogenannten „Durchstich von Nomi.“ Dieser wurde in den Jahren 1856 bis 1859 auf Kosten der damaligen Staatseisenbahn zur Ersparung von zwei Etsch-Brücken ausgeführt. Seine Länge ist 1230 *m*.

Durch diesen Durchstich wurde eine bedeutende Krümmung ganz abgeschnitten und der Flusslauf um 1325 *m*, also um mehr als die Hälfte der urspünglichen Länge von 2655 *m* verkürzt.

Derselbe erhielt eine Breite von 75·85 *m* am Niederwasserspiegel, einen Kronenabstand von 93·86 *m* bei einer Kronenhöhe über dem Niederwasser von 4·74 *m*. Die Berme ist 1·9 *m* breit und 2·2 *m* über dem Niederwasser hoch. Die Erweiterung des Durchstiches war durch Selbstausbildung mittelst Cunette beabsichtigt, ist jedoch wegen Conglomerat-Bildung unterblieben, so dass ein grosser Theil des Flussbettes ausgehoben werden musste.

Auch wurde eine Vertiefung des Durchstiches nach aufwärts infolge der Unmöglichkeit, das Fundament einer alten Ufermauer zu entfernen, vereitelt; im Gegentheile fand sogar eine Erhöhung derselben um 0·75 *m* statt.

Ueberdies ist auch das alte Etsch-Bett nicht verlandet gewesen, so dass Ueberströmungen stattfanden.

Am Fusse des Vorberges, welcher Roveredo verdeckt, liegt Volano (192 *m*) am rechten Ufer Nomi, Chiusole und Pomarolo.

Weiter unten am Leno-Bache liegt Roveredo. Das Thal des Leno spaltet sich hinter der Felsschlucht, aus dem er hervortritt, in zwei Seitenthäler, die Vall' Arsa und Val Travignolo.

Die Stadt Roveredo (217 *m*) wird durch den Leno-Bach in zwei ungleiche Theile getheilt.

Bei Sacco unweit Roveredo zieht sich eine Felsbarre durch den Etsch-Fluss, wodurch eine Vertiefung der Etsch, also eine Vergrösserung des Gefälles, auf natürlichem Wege in absehbarer Zeit nicht eintreten kann. (Fig. 19.)

Der Leno-Wildbach, der aus zwei weiten Thälern kommt und viel grobes Geschiebe führt, bildet ebenfalls einen Staurücken in der Etsch, der ein wichtiges Stau-Object bildet.

Der Zusammenhang des Leno-Baches mit der Etsch-Regulierung und die Beschreibung der im Leno-Thale ausgeführten grossartigen Thalsperrenbauten ist einem besonderen Capitel vorbehalten.

An der Einmündungsstelle des Leno in die Etsch schliesst die dritte Section der systematischen Etsch-Regulierung nach den Gesetzen vom Jahre 1879 und 1886.

G. Der Etsch-Lauf von der Leno-Mündung bei Sacco bis zum adriatischen Meer.

Unterhalb der Leno-Mündung ist das Etsch-Thal von den bereits erwähnten Lavini di Marco bedeckt. Bei Mori zieht sich gegen Osten das Cameraso-Thal, welches gegen den Lobbio-See und den Garda-See führt.

Die Erhebung der Wasserscheide zwischen dem Etsch- und dem Sarca-Gebiet ist hier so gering, dass im Jahre 1439 eine venetianische Flotte aus 2 Galionen, 3 Galeeren, einer grossen Veroneser Barke und 25 kleineren Schiffen bestehend, von der Etsch zum Garda-See auf Walzen und Wagen durch das Comeraso-Thal geschafft wurde. [1]

Es ist dies zu begreifen, wenn man bedenkt, dass der Etsch-Spiegel an dieser Stelle um 88·5 *m* höher liegt, als der Wasserspiegel des Garda-Sees.

Von Marco fliesst die Etsch in langgestreckten, oft überbreiten Bögen zwischen der grünen mit Hochebenen und vielen Spitzen gekrönten Bergmasse des Monte Baldo, welcher parallel zur Etsch seiner ganzen Länge nach vom Tasso-Bach durchzogen wird, auf der rechten und den sich noch immer mächtig erhebenden Lessinischen Bergen auf der linken Seite.

Bei Serravalle am Fusse des Zugna-Massivs schliesst sich das Thal neuerdings zu einem Engpasse zusammen. Hier umströmt die Etsch in weitem Bogen den flachen Schuttkegel des Sorne-Baches, welcher von Brentonico herabfliesst und bei Chizzola gegenüber von Serravalle in die Etsch mündet. Von hier ab ändert sich der ganze Charakter des Thales; es wird wesentlich enger, rauher und nur arme Dörfer mit wenig ausgedehnten, sonnenarmen Gründen beherrschen die Gegend. So St. Margherita, Merani u. s. w.

Bei Merani öffnet sich am linken Etsch-Ufer das Val di St. Valentino, dessen Wildbach bei der Kirche gleichen Namens aus der Schlucht tritt und seinen Schuttkegel im Thale absetzt.

Weiter kommt Ala mit dem Wildbach gleichen Namens, welcher aus dem Ronchi-Thale kommt und die Etsch bis an die gegenüberliegende rechte Berglehne des Monte Baldo bei Pilcante drängt. (Fig. 20.)

Südlich von Ala bei Mamma d'Avio schneidet die österr.-ungarische Reichsgrenze gegen Italien östlich streichend die Etsch, zieht sich längs der Etsch flussabwärts bis Borghetto und von dort gegen den Monte Corno (1544 *m*) weiter nach Osten.

In dieser ganzen Flusstrecke leidet der Flusslauf an vielen Unregelmässigkeiten und bedroht durch manche scharfe Windungen und ungenügende Querprofile die Ortschaften, die Reichsstrasse und die Eisenbahnlinie nach Verona.

Von hier ab macht die Etsch noch einige starke Windungen bis Cerano (107 *m*), unter welchem Orte die berühmte Veroneser Klause (Chiusa die Verona) liegt.

Diese Felsenspalte ist so eng, dass neben dem Flusse knapp nur die Eisenbahn Platz hat, während die Strasse in Fels eingesprengt ist. Links erhebt sich die starre, hoch aufstrebende Felsmasse, auf welcher sich die Festung befindet, während auf der rechten Seite eine gewaltige horizontal geschichtete Felsmauer die rasche Krümmung des Flusses gewissermaassen umrahmt.

Westlich in der Höhe liegt das Plateau von Rivolo, welches als altes Schlachtenterrain berühmt ist.

Unterhalb der Veroneser Klause ändert sich rasch der ganze Charakter des Thales. Am rechten Ufer erheben sich die sanften, welligen Hügel, welche durch die Endmoräne des alten Etsch-Gletschers in der oberitalienischen Ebene gebildet sind und einem Rundwalle gleich den Ausgang des Etsch-Thales und den Garda-See umziehen, am linken Etsch-Ufer verflachen sich die letzten, fächerförmig angeordneten, geologisch so interessanten Schleppungsfalten der Lessinischen Berge und tauchen unter die neueren Ablagerungen der Ebene, welche nun den Charakter der Gegend beherrschen.

Eine Fülle von Ortschaften wechseln mit Cypressenhainen und Fluren, durchströmt vom mächtigen und beruhigten Etsch-Fluss, der sich nach Osten gegen Verona wendet und über Legnano dem adriatischen Meere seine Wässer zuführt, nachdem er von der Passhöhe des Reschenscheideck bis zur Einmündung in das Meer eine Höhe von 1494 *m* durchlaufen hat

24. Capitel.

Gefällsverhältnisse der Etsch vor der Inangriffnahme der Regulierung.

Die Gefällsverhältnisse der Etsch haben sich im Laufe der verflossenen Decennien mannigfach geändert, so dass es von Interesse ist, bevor auf die Gefälle, wie sie jetzt bestehen und welche zum Theile bereits das Resultat der begonnenen und wohl auch beendigten Regulierungsarbeiten sind, eingegangen wird, vorerst diese Gefälle, wie sie in früheren Decennien thatsächlich beobachtet worden sind, aus authentischen Quellen kennen zu lernen.

Hiezu wird insbesondere ein älteres, aus den fünfziger Jahren stammendes Nivellement benützt, welches seinerzeit behufs Ausarbeitung von Etsch-Regulierungsplänen von der Passer-Mündung bei Meran bis zur Einmündung der Etsch in das adriatische Meer ausgeführt worden ist.

Von Meran aufwärts bis Reschenscheideck hat Professor F. Simony eine Zusammenstellung der Höhen und Längen der wichtigsten Flussabschnitte, sowie des Gefälles verfasst, wobei er die Höhen nach barometrischen Messungen (diese mit der meteorologischen Station Lienz = 2131' verglichen) berechnete. Hiebei wurde die Seehöhe von Lienz aus den durch die k. k. meteorologische Central-Anstalt veröffentlichten Mitteln des Jahres 1855 und zwar nach den Stationen Wien, Wilten, Meran und Venedig bestimmt. [1]

Nachdem diese Nivellements einen Documentenwert besitzen, führen wir dieselben in dem Originalmaasse, das ist dem österreichischen Klaftermaasse an.

[1] Simony: Ueber die Alluvialgebilde des Etsch-Thales. Sitzungs-Bericht der kais. Akademie der Wissenschaften 57.

[1] Simony: Ueber die Alluvialgebilde des Etsch-Thales.

I. Nivellement der Etsch vom Reschenscheideck bis Meran.

Bezeichnung des gemessenen Punktes	Meereshöhe in Wiener Fuss	Höhenabnahme gegen den Vorpunkt in Wiener Fuss	Längenabstand vom Vorpunkt in Wiener Klafter	Gefälle des letzten Abschnittes
Reschenscheideck	4750			
Oberes Ende des Reschen-Sees	4663	87	400	1:29
Unteres Ende des Reschen-Sees	4663	—	1250	—
Alluvialfläche des Langtauferer Baches:				
Oberes Ende des Mitter-Sees	4642	21	950	1:271
Unteres Ende des Mitter-Sees	4642	—	700	—
Heider Schuttkegel:				
Oberes Ende des Heider-Sees	4556	86	600	1:42
Unteres Ende des Heider-Sees	4556	0	1000	—
Malser Heide:				
Oberes Ende von Burgeis	3886	670	1750	1:16
Nothbrücke von Schleis	3308	578	1300	1:14
Nothbrücke von Laatsch	3029	279	900	1:19
Brücke von Glurns	2866	163	1050	1:39
Glurnser Ebene:				
Brücke bei Sponding	2814	52	3450	1:398
Brücke zwischen Eyers und Tschengele	2782	32	1550	1:291
Brücke in Laas	2721	61	2100	1:207
Der grosse Schlanderser Kegel:				
Brücke zwischen Schlanders und Morter	2224	497	3600	1:43
Ebene zwischen Schlanders und Laatsch:				
Brücke bei Laatsch	2074	150	3400	1:136
Tarscher Kegel:				
Brücke bei Castelbell	1883	191	1400	1:44
Ebene zwischen Marein und Staben:				
Brücke bei Staben	1768	115	3000	1:156
Tablander Kegel:				
Brücke bei Naturns	1670	98	900	1:55
Ebene zwischen Naturns und Rabland:				
Töll-Brücke	1576	94	4200	1:268
Töll-Katarakte:				
Brücke bei Steinach	1030	546	1250	1:14
Passer-Mündung bei Meran	921	109	1500	1:83

II. Nivellement der Etsch von der Passer-Mündung bei Meran bis Verona.

Bezeichnung des nivellierten Punktes	Meereshöhe in Wiener Fuss	Höhenabnahme gegen den Vorpunkt in Wiener Fuss	Längenabstand vom Vorpunkt in Wiener Klafter	Gefälle des letzten Abschnittes
Passer-Mündung bei Meran	921·0			
Mündung des Falzauer Baches	838·5	82·5	2303	1:168
Brücke bei Gargazon	788·8	49·7	3016	1:365
Brücke bei Sigmundskron	752·1	36·7	8381	1:1370
Eisack-Mündung	743·0	9·1	1250	1:824
St. Florian	656·0	87·0	12318	1:850
Mündung des Noce	634·0	22·0	7215	1:1970
Mündungen des Avisio	608·0	26·0	3196	1:1200
	607·1	0·9	632	1:4213
Gardolo	594·0	13·1	1417	1:650
Trient	585·5	8·5	1952	1:1380
Mündung des Fersina	581·0	4·5	2062	1:3416
Matarello	566·8	14·2	3334	1:1408
Acquaviva	549·0	17·8	3595	1:1212
Leno-Mündung	523·8	25·2	7127	1:1697
Bergbruch von Marco:				
Marco	486·1	37·7	2875	1:458
Anfang der Thalverengung:				
Venetianische Grenze	365·0	121·1	11759	1:583
Veroneser Klause	289·2	75·8	9988	1:790
Ausmündung in das italienische Tiefland:				
Verona	157·0	132·2	16791	1:762

III. Nivellement der Etsch von Verona bis zum adriatischen Meer.

Bezeichnung des nivellierten Punktes	Meereshöhe in Wiener Fuss	Höhenabnahme gegen den Vorpunkt in Wiener Fuss	Längenabstand vom Vorpunkt in Wiener Klafter	Gefälle des letzten Abschnittes
Verona	157·0			
Zevio	95·0	62 0	10305	1:997
Albaredo	66·8	28·2	9220	1:1923
Legnano	49·8	17·0	10516	1:3711
Badia	37·6	12·2	9433	1:4640
Boara	19·5	18·1	14979	1:4965
Cavarzere	4·5	15·0	14815	1:5926
Tornova	1·6	2·9	6134	1:12690
Mündung	—	1·6	7108	1:26655

Sämmtliche in diesen Tabellen bezeichneten Punkte beziehen sich auf den niedrigsten Wasserstand der Etsch.

Wird die Entwicklung der Niederwasser-Curve verfolgt, wie sie sich auf der beiliegenden Tafel Nr. 15 darstellt, so bemerkt man, abgesehen vom Etsch-Laufe im Vintschgau mit dem schon besprochenen eigenthümlichen Terrassenbau, dass der Etsch-Lauf in vier verschiedene, von einander getrennte Curven zerfällt. Die erste Curve ist diejenige von der Passer- bis zur Eisack-Mündung, welche eine ziemlich regelmässige Parabel darstellt, wie sich eine solche bei einem Flusse mit beweglicher Sohle stets auszubilden pflegt, wo dieser Gefällsausgleichung keine localen Hindernisse im Wege stehen.[1]

Diese Regelmässigkeit wird im detaillierten Längenprofil der ersten Etsch-Regulierungs-Section noch mehr in die Augen fallen.

Auch der Eisack bildet bis zu seiner Vereinigung mit der Etsch eine ähnliche, regelmässige Curve. Vom Punkte der Vereinigung der oberen Etsch mit dem Eisack bildet sich nun eine zweite, jedoch ziemlich unregelmässig verlaufende Curve bis zur Mündung des Leno-Baches, die dritte Curve verlauft von letzterem Punkte bis Zevio unterhalb Verona, die vierte endlich von da ab bis zur Einmündung der Etsch in das adriatische Meer.

Die Mündung des Leno-Baches ist durch eine das ganze Flussbett der vollen Breite nach durchlaufende Felsbarre fixiert, daher an diesem Punkte der Aufbau der Sohlencurve nach oben zu beginnen musste und eine nennenswerte Vertiefung durch die Kraft des Wassers in absehbarer Zeit nicht erwartet werden kann. Verbindet man in dem beiliegenden Uebersichts-Längenprofile, Taf. 15, den Niederwasserspiegel an der Reichsgrenze gegen Italien durch eine gerade Linie mit St. Florian, so bemerkt man sofort, welch eine namhafte Erhebung der ganze Thalboden von St. Florian bis zu dem letztgenannten Punkte besitzt. Die Erhebung der Leno-Bachmündung über diese Vergleichslinie beträgt nicht weniger als 22 *m*; hiedurch wird der raschere Abfluss der Hochwässer aus dem oberen Thale und die parabolische Ausbildung der Bachsohle verhindert. Es ist dies eine kleine Wiederholung des Eisernen Thores und wir werden sehen, dass man auch hier durch Sprengungen bei Sacco ähnliche Effecte, wenn auch nur im kleinen, zu erzielen versucht.

Pasetti[2] hielt diesen Gefällsbruch bei Sacco für eine Folge des Bergsturzes bei Marco. Diese Ansicht ist aber nicht richtig,

[1] Sternberg: Untersuchungen über Längen- und Querprofil geschiebeführender Flüsse. Erbkamm's Zeitschrift 1875. — Hochenburger: Ueber Geschiebeführung 1886. — Salis: Das schweizerische Wasserbauwesen 1883 etc.

[2] Florian Pasetti: Bericht des Adjuncten der Venediger k. k. Ober-Baudirection Florian Pasetti über die Etsch-Regulierung, vom 14. Dec. 1845.

denn aus dem Längenprofile ist zu ersehen, dass das Gefälle oberhalb Marco bis Sacco auf eine Strecke von ca. 2 *km* 2·13‰ ist, während es von Sacco aufwärts bloss 0·59‰ beträgt, es besteht daher die Culmination des Staurückens keineswegs am Bergsturze von Marco, sondern an der Felsbarre, welche bei Sacco die Etsch durchquert und mit dem weiter unterhalb liegenden Bruchmateriale des eingestürzten Zugna-Berges nicht in Verbindung steht.

Wäre übrigens die Aufstauung des Rückens von Sacco durch den Bergsturz von Marco veranlasst worden, so hätte sie sich auch offenbar ganz anders gestalten müssen, als sie gegenwärtig besteht. Der Bergsturz hätte nämlich nicht anders wirken können, als eine etwa 22 *m* hohe Thalsperre; hiedurch würde sich flussaufwärts die Flussohle nach dem höchsten Punkte des Bergsturzes nach einer Curve entwickelt haben. Flussabwärts hätte sich aber, wie das bei jeder Thalsperre unfehlbar eintritt,[1] ein plötzlicher Abfall bilden müssen, indem sich das Längenprofil von unten, das ist von der italienischen Grenze bei Borghetto flussaufwärts nach einer entsprechenden Ausgleichscurve bis Marco hätte derart entwickeln müssen, dass bei Marco ein plötzlicher Gefällssprung, gewissermaassen der Absturz der Thalsperre, entstanden wäre, was aber nicht der Fall ist.

Auch würde bei der Pasetti'schen Annahme an der venetianischen Grenze ein Sprung in der Gefällscurve vorhanden, der gar nicht aufgeklärt werden könnte, indem das Gefälle von dort abwärts grösser wäre als abwärts, während es bei einer regelmässig entwickelten Gefällscurve gerade umgekehrt sein müsste.

Viel natürlicher und ungezwungener erscheint die Lösung der Frage, wenn man die felsige Flussohle in Sacco als einen Fixpunkt für das Längenprofil annimmt, was auch mit den thatsächlichen Verhältnissen übereinstimmt.

Dass die Längenprofils-Curve von der Leno-Bachmündung nur bis zum Einflusse des Eisack-Flusses continuierlich verlauft, dort aber die Continuität unterbrochen wird und sowohl die obere Etsch, als der Eisack ihre Sohlen nach eigenen Bedürfnissen und den daraus entspringenden mathematischen Gesetzen aufbauen, ist selbstverständlich, wenn man bedenkt, dass ja die Etsch von der Eisack-Mündung aufwärts nur die halbe Wassermenge mehr führt und sich daher eine viel steilere Curve ausbauen muss, um das frühere Geschiebe fortführen zu können.

Vom regelmässigen Verlaufe der Sohlencurve abweichend sind in der Strecke Passer-Leno-Mündung zwei Strecken, welche sofort ins Auge fallen. Eine dieser Strecken liegt oberhalb Trient an den Ausmündungsstellen des Noce und des Avisio, die andere unterhalb Trient an den Ausmündungsstellen des Fersina und des Ross-Baches.

[1] Erfahrungen hierüber wurden an der Avisio-Sperre, an der Cantanghel-, Rossbach-Sperre, sowie an zahlreichen kleinen Sperren in untrüglicher Weise gemacht. Verfasser hat beim Baue von Thalsperren in der Valsugana solche Eintiefungen unter der Sperre mit grosser Genauigkeit prognosciert.

Es sind dies die Staurücken, welche diese Wildbäche durch Anhäufung groben Geschiebes im Etsch-Bette gebildet haben und welche zum Abtriebe zu bringen, die Etsch keine genügende Stosskraft besitzt.

Gleich Wehrbauten wirken diese Staurücken flussaufwärts und würden bei constanter Höhe ihrer Gipfel regelmässige Sohlenparabeln von letzteren aufwärts bewirken.

Bei der Variabilität dieser Staurücken bei wechselndem Wasserstande, der erneuerten Geschiebezufuhr bei Hochwässern und dem langsamen Abtrieb der schwächeren Geschiebe in der Periode der Niederwässer ist diese Regelmässigkeit nicht so auffallend, immerhin aber die Wirkung der Stauung nicht zu verkennen.

Die Schädlichkeit des Rückstaues des Noce und Avisio auf den obersten Theil der dritten und den unteren Theil der zweiten Section ist bereits berührt worden.

Ebenso ist auch der Rückstau des Fersina- und des Leno-Schuttkegels von grosser Bedeutung für die Bodencultur des unteren Etsch-Thales, indem nicht nur die rasche Abfuhr der Hochwässer verhindert, sondern auch die Vorflut der Binnen-Entwässerung in höchstem Maasse beeinträchtigt wird.

Der stauende Einfluss dieser Wildbäche ergibt sich auch aus dem Vergleiche der bereits angeführten Nivellements-Tabellen.

So ist das Gefälle bei der Eisack-Mündung 1 : 824, bei St. Florian 1 : 850, während es bei der Noce-Mündung auf 1 : 1970 und bei der Avisio-Mündung auf 1 : 1200 und 1 : 4213 gebrochen wird. Unterhalb der Avisio-Mündung bei Gardolo steigt es rapid auf 1 : 650 an. Bei Trient beträgt das Gefälle 1 : 1380, an der Mündung der Fersina nur mehr 1 : 3416 und unterhalb derselben wieder nur 1 : 1408.

Wir sehen hier also im Detail dieselbe Erscheinung nachgewiesen, die schon in der Einleitung erwähnt worden ist, dass nämlich oberhalb der Schuttkegel das Gefälle im allgemeinen sich wesentlich verflacht, unterhalb derselben aber sich Stromschnellen bilden. Die ersteren erhöhen das Bett des Hauptflusses über das Binnenland und versumpfen dasselbe; sie erleichtern Durchbrüche des Flusses und erschweren die Erhaltung der Ufer und Dämme, die letzteren erodieren Ufer und Sohle, unterwaschen die Uferschutz-Leitwerke und Dämme und verursachen hiedurch und durch weiter abwärts eintretenden Auftrag neue Verwilderungen des Flussbettes.

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass es die wichtigste Aufgabe der Flussregulierung bei geschiebeführenden Seitenbächen ist, die stauende Wirkung der letzteren auf das Minimum zu reducieren und dem Hauptflusse die Ausbildung seiner regelrechten Sohlencurve zu ermöglichen. In wie grossartiger Weise dieses bei der Etsch-Regulierung angestrebt wird, soll in der Folge gezeigt werden.

Die weitere Besprechung der Längenentwicklung des Flusslaufes soll in der Folge bei Besprechung des Regulierungs-Projectes geschehen.

IV. Abschnitt.

Geschichte der Ueberschwemmungen im Etsch-Gebiete.

Einleitung.

Es soll in den folgenden Zeilen nur ein kurzer Auszug der bereits bekannten Chronik der Ueberschwemmungen in Tirol,[1] insoweit sie sich speciell auf den Etsch-Fluss selbst beziehen, ins Gedächtnis gerufen werden, um neben dem in der gegenwärtigen Monographie beschriebenen Flussgebiete auch die historisch bekannten Wirkungen verheerender Wasserkatastrophen auf dieses Gebiet in einheitlicher Weise im Auge zu behalten. Weitere Nachforschungen auf diesem Gebiete würden den Rahmen der vorliegenden Schrift überschreiten und mit dem angestrebten Zwecke, die Wirkung der grossen Thalsperren der Etsch in Verbindung mit den allgemeinen Zügen der Etsch-Regulierung zur Anschauung zu bringen, nicht im Einklange stehen.

Es möge daher, als nur im Interesse der übersichtlichen und prägnanten Darstellung des Gegenstandes gelegen, betrachtet werden, wenn im nachfolgenden nur vorhandenes Materiale kurz wiederholt und nach den seither eingetroffenen Ueberschwemmungen der Jahre 1885, 1888, 1889, 1890 und 1891 in aller Kürze vervollständigt wird.

25. Capitel.

Aeltere Ueberschwemmungen.

Nach Paulus Diaconus, einem Schriftsteller des achten Jahrhundertes, der viel aus der von Secundus von Trient geschriebenen Geschichte der Longobarden entlehnte,[2] ereignete sich im Jahre 590 n. Chr. eine durch ungeheure Regengüsse erzeugte Ueberschwemmung, wie eine solche noch nie erhört worden sei. Die Etsch bildete in der Gegend von Verona einen ungeheueren See. Die Chronik des Donatus Bossius versetzt diese Ueberschwemmung in das Jahr 584.[3]

Ein Theil der relativ äusserst hoch gelegenen Stadtmauern von Verona wurde zerstört und der Lauf der Etsch von Albaredo abwärts bis in das Meer vollständig geändert.

Die alten Annalen von Fulda aus dem Jahre 867 erwähnen weiters des Bergsturzes von Marco im Jahre 883, welcher bereits im vorhergehenden besprochen wurde.

Im zehnten Jahrhunderte gieng die Etsch so hoch, dass sie bei Badia rechts den Damm durchbrach, wodurch der Adigetto entstand, der sich erst bei Cavarzere, also 30 Miglien tiefer, mit dem Hauptflusse vereinigte.

Im Jahre 1041 schwoll die Etsch furchtbar an, setzte das ganze Etsch-Land unter Wasser, wobei insbesondere in Verona grosse Verheerungen angerichtet wurden.

Aus dem Umstande, dass sich die Bewohner in die Arena flüchten mussten, schliesst Sonklar, dass die Ueberschwemmung von 1041 eine der grössten war, die das Etsch-Gebiet je betroffen hat.

1221 wurde das Dorf Neumarkt von der Etsch zum Theile zerstört und musste auf anderen Grundstücken grösstentheils neu erbaut werden.

1268. Hochwasser im Eisack-Thale.

1272. Desgleichen, wobei das Dorf Rentsch stark beschädigt wurde.

1321. Das Dorf Rentsch wird durch den Rivellaun-Bach theilweise verschüttet.

1327. Grosse Ueberschwemmung bei Bozen; bei 160 Personen giengen zugrunde.

1339. Gewaltiges Hochwasser des Eisack und der Etsch im September, welches die ganze Thalbreite einschliesslich des Kalterer Sees bedeckte. Dies soll eines der grössten Etsch-Hochwässer gewesen sein.

1340. Hochwasser in Südtirol zur Weihnachtszeit.

1417. Eisack und Talfer verwüsten Bozen und zerstören das Chorherrenstift.

1419 am 22. September. Ausbruch des Passeier Sees, bei welchem ein Theil der Stadt Meran und 400 Personen zugrunde giengen.

1438. Hochwasser der Etsch, welches den jetzt im Venetianischen bestehenden Fluss Castagnaro bildete.

1494. Grosse Ueberschwemmung durch die Etsch am 24. October.

1512, am 5. October. Zerstörendes Hochwasser des Eisack.

1516, am 26. Juli. Infolge eines Wolkenbruches in Blumau fand eine Ueberschwemmung statt, welche Bozen stark beschädigte.

1520, 28. August. Grosse und gewaltige Ueberschwemmung in allen Landestheilen. südlich des Brenner, infolge lang anhaltenden Regenwetters.

Die Etsch bedeckte die ganze flache Thalsohle von einem Bergfusse zum anderen. Durch viele Wochen waren alle Communicationen unterbrochen.

1539. Durchbruch des Eisack durch den Schutzdamm unter dem Calvarienberge, wobei ein Theil des Flusses die Richtung gegen Sigmundskron nahm.

1544. Der Eisack überflutet einen Theil der Stadt Bozen.

1567. Grosse Wassernoth in Nord- und Südtirol. In Südtirol traten die Hochwässer infolge langanhaltender Gewitterregen ein. Die Passer verwüstete Meran, der Eisack die Umgebung von Bozen, die Etsch namentlich das obere Thal.

1599. Grosse Beschädigung der Felder und Güter wie auch der Communicationen in den Gemeinden Lavis und Pressano durch den Ausbruch des Avisio und durch die Hochwässer der Etsch.

1665. Zerstörender Ausbruch des Avisio nach heftigem und langanhaltendem Regen.

1673, 29. Juni. Bedeutendes Hochwasser des Eisack und der Talfer.

1728. Hochwasser des Eisack bei Brixen, Klausen, Atzwang und Bozen.

1747. Dreimal bedeutende Hochwässer der Etsch und des Eisack in einem Jahre, und zwar: zweimal im Juli, dann am 15. und 16. October. Die Sigmundskroner Brücke wurde fortgerissen, die Dämme bei Branzoll durchbrochen und alles Land überschwemmt. Der Eisack verliess sein Bett, floss senkrecht gegen die Etsch und lagerte soviel Gerölle in demselben an, dass diese hiedurch gestaut den flachen Thalgrund bis Terlan, also ca. $7\frac{1}{2}$ *km* weit, in einen See verwandelte.

1751. Hochwasser des Eisack und der Etsch. Der Eisack zerstört die linksufrigen Dämme, die Etsch durchbricht die Dämme bei Salurn und überflutet die dortigen Felder.

1757, 1. September. Dies ist eine der grössten und furchtbarsten Ueberschwemmungen, von denen Tirol seit dem Jahre 590 betroffen worden ist. Erst diejenige vom Jahre 1882 kam

[1] Von den Ueberschwemmungen, von Karl Sonklar Edlen v. Innstädten, k. k. Generalmajor 1883.

[2] Giovanelli a. a. O.

[3] Sonklar datiert diese Ueberschwemmung 585 (589), doch dürfte 590 die richtige Angabe sein.

ihr an Grösse gleich. Das Maximum der Etsch stand zu Trient 6·20 *m*, also nur 4 *cm* niedriger als im Jahre 1882. Bei Verona war jedoch der Wasserstand noch höher als im Jahre 1882. Auch der Eisack erreichte nahezu die Höhe vom Jahre 1882.

Die Ueberschwemmung entstand infolge eines mehrtägigen, starken Regens, welchem am 30. und 31. August furchtbare Gewitter folgten. Nach einem Berichte heisst es, dass alles, was in der Ebene oder auf der Anhöhe neben dem Wasser gelegen war, in Schutt und Trümmer verwandelt worden. Der Schade war 3,450.770 fl., was dem heutigen Werte von 17 bis 18,000.000 fl. entspricht.

Aus dieser Zeit datiert der Maisbau in Südtirol, eine bisher gering geachtete Getreideart, mit der man jetzt die durch die Ueberschwemmung öde gelegten Gründe bepflanzte, bis die Reben wieder tragfähig wurden.

1758, 23. Juli. Wiederholung der Ueberschwemmungs-Katastrophe vom Vorjahre im kleineren Maasstabe. Alle seit 1557 erbauten Wehren wurden wieder niedergerissen.

1767, 18. November. Hochwasser des Eisack in Bozen.

1768, 16. und 17. Juli. Die Etsch durchbricht bei Bozen den Damm; ebenso die Talfer.

1772, 17. September. Grosse Ueberschwemmung des Inn-Gebietes mit Einschluss des Engadins, sowie des Eisack und des Talfer infolge Föhnwinds und dreitägigen starken Regens. Im Vintschgau wurden Dämme und Strassen zerstört.

1774, 22. October. Ausbruch des Passeier Sees. Derselbe durchbrach den Damm und entleerte sich in zwölf Stunden, überall Tod und Verderben verbreitend. Das Wasser schlug bis auf den 200 Fuss über dem gewöhnlichen Wasserstand des Passer gelegenen Bogensteg in Meran hinauf.[1]

1780. Hochwasser der Etsch und des Inn im Juni. Die Strasse bei Branzoll, Neumarkt und Salurn war stellenweise bis 6 Fuss unter Wasser.

1787. Hochwasser der Etsch, welches in diesem Jahre fünfmal die Strasse zwischen Branzoll und Auer überflutete. Bei Nave unterhalb Lavis durchbrach die Etsch den Uferdamm und überschwemmte die ganze Gegend. Im September wurde die Umgebung von Roveredo überschwemmt.

1788. Ein ebenso wildes Regenjahr, wie das Vorjahr. Die am 13. bis 16. Juni im Vintschgau stattgehabten ausserordentlichen Niederschläge hatten eine Ueberschwemmung im Etsch-Gebiete zur Folge. Die Bäche brachen verheerend aus und lagerten den mitgeführten Bergschutt oft haushoch im Thale ab. Bei Schluderns, Castelbell, Naturns, Terlan und Vilpian giengen gewaltige Murrbrüche nieder, von denen jener von Naturns allein die Strasse in einer Breite von 1·32 *km* unfahrbar machte. Auch der Plima-Bach bei Latsch und der Ziel-Bach bei Rabland zerstörten oder verschütteten die Strasse und rissen die Brücken fort.

Noch wilder war das Unwetter, welches einige Tage später eintrat, und zwar am 28. und 29. Juni. Der Karlin-Bach bei Graun, der Matscher-Bach bei Schluderns, der Sulden-Bach, der Pfitscher-Bach, die Passer und der Eisack machten grossen Schaden.

Eine zweite Regenperiode kam im Juli. In diesem Jahre trat der Eisack im ganzen dreimal überschwemmend aus seinen Ufern.

1789. Dieses Jahr ist eines der furchtbarsten Ueberschwemmungsjahre, welche in Tirol jemals vorgekommen sind. Inn, Etsch, Brenta u. s. w. stiegen zu nie gesehenen Höhen.

Der Eisack stieg am Brenner zu enormer Höhe und bedeckte im Vereine mit dem Ridnaun-Bache das dortige ausgedehnte Moos 3 bis 4 Fuss tief. Im Vintschgau giengen Wälder und Aecker von den Bergen herab und verheerten die Tiefe. Bei Goldrain, Tiss, Vetzan und Laatsch wurde fast die ganze Gegend vermurt. Nahe bei Castelbell gieng ein so gewaltiger Murrbruch nieder, dass die Etsch eine Stunde weit nach rückwärts floss und ihr Rinnsal nach Süden verschob. Bei Naturns, Rabland, Forst vernichteten die Wildbäche einige Tausend Meter Strasse. Bei Meran war das Thal von der Etsch vollständig überronnen. Die Passer verwandelte alles im Thale in einen Schutthaufen. In Ulten wurden ganze Bergtheile und Wälder losgerissen und sammt zahlreichen Häusern fortgeschwemmt. Der Falzauer-Bach stürmte über alle Dämme bis Lana. Die Verbindung zwischen Bozen und Meran war durch einen grossen See von Terlan bis Bozen unterbrochen.

Auch von Bozen abwärts war sowohl an der Etsch, als an allen Seitenbächen der Schade sehr gross.

1806. Regnerisches Jahr mit mehreren Hochwässern. Die Etsch überschwemmt am 3. und 4. April Branzoll. Im April und Mai tritt die Fersina bei Trient und Pergine in zerstörender Weise aus.

1816. Hochwasser im Inn- und Etsch-Gebiet. Die Etsch bricht bei Branzoll, Kurtatsch, Tramin und St. Michele die Dämme durch, wodurch die Gemeinden Branzoll, Kurtatsch, Tramin, Salurn und Deutsch-Metz überschwemmt werden. Das Jahr war feucht und regnerisch.

1817, im Juli und August. Langandauernde Hochwasser in allen Theilen des Landes nach mehrtägigem heftigen Regen. Der Eisack verwüstet die Gegend von Brixen bis Bozen, die Etsch tritt bei Masetto aus. Der Avisio reisst die Brücke in Lavis weg. Die Passer bricht wüthend aus und reisst 41 Brücken fort.

1821, 27. und 28. Mai. Grosse Ueberschwemmung im Etsch-Gebiete, im Pusterthale und theilweise im Inn. Nachdem es vierzehn Tage lang in Strömen geregnet und zu Trient schwere Gewitter mit wolkenbruchartigen Regengüssen getobt hatten, brachen die Gewässer von allen Seiten los. Der Eisack setzte das ganze Thal unter Wasser und reichte bei Brixen bis zur Höhe des ersten Stockes. Talfer und Passer giengen sehr hoch. Die Etsch stieg furchtbar, riss die Brücken von Burgstall, Pfatten, Piglon und Gmund fort und überschwemmte das Thal von Terlan bis Branzoll. Der Avisio bricht bei Trient aus und setzt das Campo Trentino unter Wasser. Auch die Fersina stieg bedeutend. Erst am 7. Juni begann das Wasser zu fallen. Am 13. August stand das Campo Trentino infolge eines sehr heftigen eintägigen Regens abermals unter Wasser.

1823, 13., 14. und 15. October. Grosse Ueberschwemmung durch das ganze Land südlich des Brenner. Infolge eines vom 11. bis 18. October fast ununterbrochenen, starken und von Föhnwinden begleiteten warmen Regens schwollen Rienz, Eisack, Talfer, Etsch, Avisio und alle kleineren Gewässer zu einer Höhe, wie sie seit 1757 nicht vorkam.

Die Etsch zerriss ihre Dämme bei Neumarkt und noch an vielen anderen Stellen bis Trient hinab und setzte die westlichen Theile dieser Stadt bis in die Nähe des Seminars unter Wasser. Auch der Avisio gieng ausserordentlich hoch. Die Provinz Rovigo im Venetianischen wurde von der Etsch verwüstet.

1829, 15. September. Ueberschwemmung des Etsch-Landes durch die Etsch mit einem Wasserstande von 4·72 *m* über Null bei Trient.

1844. Grosses und langanhaltendes Hochwasser der Etsch mit dem höchsten Wasserstande zu Trient von 5·07 *m* am 25. October. Schon im Juni und Juli gieng die Etsch sehr hoch; am 17. October zeigte der Pegel daselbst 2·73 *m*, am

[1] Stadler: Tirol und Vorarlberg.

21. 2·91 *m*, am 25. 5·07 *m*, am 26. 3·77 *m*, am 27. 3·40 *m* und noch am 9. November 2·85 *m*.

Zwischen Gmund und Deutsch-Metz riss die Etsch die Dämme durch. In Salurn stand das Wasser 1·26 *m* hoch. Auch der ganze Campo Trentino und ein grosser Theil von Trient standen unter Wasser, so dass die Strasse nach Gardolo 2·4 *m* hoch überschwemmt war.

1845. Die Hochwässer der Etsch haben diesmal noch länger gedauert und waren noch bösartiger, als im vorigen Jahre. Nach sehr schneereichem Winter kam Föhnwind, wodurch die ohnehin schon am 4. und 5. Mai hochstehende Etsch zu einer ausserordentlichen Höhe anschwoll. Vom 10. Juni schwoll die Etsch und erreichte am 19. Juni zu Trient die Höhe von 3·35 *m* über Null. Das Wasser stand bei Neumarkt, Lavis, St. Michele, Salurn $^1/_2$ bis $1^1/_2$ *m* hoch auf der Ebene und auch Trient war theilweise unter Wasser. Am 13. Juli kam ein neues Hochwasser und am 31. August zeigte der Pegel zu Trient 5·43 *m*, die grösste Höhe seit 1757. Das ganze Etsch-Land sammt dem Campo Trentino war vollständig überflutet.

Im Vintschgau und bei Sigmundskron richtete die Etsch grosse Schäden an. Avisio, Noce und Fersina richteten ebenfalls grossen Schaden an.

Nach den Aufnahmen Pasetti's[1] über den Umfang dieser Ueberschwemmung waren am rechten Etsch-Ufer alle schon damals versumpften Gründe in der Ausdehnung von 1,869.600 Quadrat-Klafter, aber auch bebaute Grundstücke in der Ausdehnung von 1,389.800 Quadrat-Klafter, also zusammen eine Fläche von 3,259.400 Quadrat-Klafter überschwemmt. Gleichzeitig waren am linken Etsch-Ufer alle schon damals versumpften Gründe in der Ausdehnung von 491.050 Quadrat-Klafter und desgleichen cultivierte Gründe von 997.850 Quadrat-Klafter, somit eine Fläche von 1,488.900 Quadrat-Klafter überschwemmt.

1846. 17. Mai. Hochwasser der Etsch. Die Strasse zwischen Trient und Bozen war an mehreren Stellen unter Wasser.

1851. Hoher Wasserstand der Etsch bei Branzoll mit 4·11 *m* am 18. Juli.

1855. Am 4. Juni Dammbruch an der Etsch bei Neumarkt und St. Florian.

Am 3. Juni grösserer Murrbruch des Schlinig-Baches bei Schleiss.

26. Capitel.

Die Ueberschwemmung vom Jahre 1868.

1868, 4. und 5. October. Dieses Jahr brachte über Tirol eine der grössten Ueberschwemmungen, die je dort vorgekommen waren.

Das Unwetter zog sich von Sardinien über Oberitalien und Südtirol nach dem Oberrhein.

Schon der August war sehr regnerisch. Am 11. September wurden die Regengüsse heftiger und hielten mit geringen Unterbrechungen bis zum 9. October in so intensiver Weise an, dass zu Roveredo in diesen 23 Tagen nicht weniger als 263 *mm* Regen fielen. Am 22. September tobte ein furchtbarer Orkan über Südtirol, der von schweren Gewittern und wolkenbruchartigen Regengüssen begleitet war, die ein rasches Steigen der Gewässer bewirkten. Die Ursachen der Niederschläge lagen im Vorherrschen des Föhn und der hohen Temperatur.

Die Regengüsse steigerten sich so, dass am 4. October zu Roveredo 65·3, zu Meran 99·7 *mm* Regen fielen. Die Etsch erhob sich infolge dessen am 5. October auf 5·93 *m* und erreichte damit eine Höhe, die nur um 27 *cm* geringer war als jene von 1757 und nur um 31 *cm* geringer als die von 1882.

Den Anfang machte am 22. und 23. September der berüchtigte Ross-Bach bei Calliano, dann der Rio secco und der Leno. Am 28. folgte ein wüthender Ausbruch des Sulden-Baches bei Prad und Sponding im Ober-Vintschgau. Ebenso stiegen Passer und Eisack. Am 4. und 5. October überflutete die Etsch die ganze 14 Meilen lange Thalebene von Meran bis Calliano. Das ganze Etsch-Land war in einen wilden See verwandelt, der bei Terlan eine Breite von 1800, vor Sigmundskron von 2770, bei Leifers von 2690, bei Tramin von 2730, bei Neumarkt von 3160 und ober Trient von 2130 *m* hatte. Die überschwemmte Fläche hat Sonklar mit 125·6 km^2 berechnet.[1]

Einzelne Gegenden von Tirol litten besonders stark; dies gilt vorzüglich von Südtirol.[2]

Der aus dem Pfitscher-Thale hervorbrechende Pfitscher-Bach trat in der Nacht vom 4. unterhalb Wiesen am Sterzinger Moos mit verstärkter Gewalt aus; weiter unten riss der Fluss die zur Station Grosstein führende Brücke weg. Der bei Albeins in die Eisack mündende Offerer-Bach (zwischen Brixen und Klausen) verlegte die Bahn auf 100 *m* Länge und $1^3/_4$ *m* Höhe gänzlich. Die Mahrwiesen vom Kofler bis zum Bierenbach-Aquäduct und vom Wächterhause Nr. 147 bis zur Albeinser Brücke bildeten eine Wasserfläche. Die Strecke Klausen-Waidbruck war total überschwemmt. Bei der Zargenbach-Correction oberhalb Waidbruck wurde der Bahndamm auf 200 *m*, oberhalb Nerwang auf 35 *m* Länge aufgerissen; bei Steg erlitt der Steinsatz starke Beschädigungen. Indessen konnte doch seit 5. October abends die Bahn zwischen Innsbruck und Brixen wieder vollkommen verkehren. Von hier ab blieb die Verbindung mit Bozen unterbrochen; von Klausen bis Atzwang war die Poststrasse mit Omnibus zu passieren, zwischen Atzwang und Bozen hingegen an mehreren Stellen gänzlich weggeschwemmt; die Briefpost wurde von Klausen über das Gebirge nach Bozen getragen.

Nicht geringer waren die Bahnbeschädigungen auf der südlichen Seite gegen Verona hin. Am 5. October stand die Station Auer ganz unter Wasser, bei St. Michele war die Bahn überschwemmt, bei Trient der Bahndamm durchgerissen, die Station von Wasser umgeben. Ueberhaupt wurde die Gegend zwischen Bozen und Trient am härtesten mitgenommen.[3]

Die aus dem Sarn-Thal hervorkommende, bei Bozen in die Eisack mündende Talfer hatte schon am 3. October das Ansehen eines mächtigen Stromes, da sie ihr breites Bett ganz ausfüllte. Durch den wolkenbruchartigen Regen am 4. schwoll sie so hoch an, dass sie schon die Wassermauer in Gries überflutete und das Terrain in der Nähe der Ziegelei fortriss. Die Etsch überschwemmte die ganze Gegend in der Breite von Sigmundskron bis Moritzing. Der Eisack durchbrach bei der sogenannten „Erzherzogschwelle" den Damm, durchströmte die erzherzoglichen Besitzungen und richtete an Gütern und Gebäuden grossen Schaden an. Hier durchbrach er auch den Eisenbahndamm. Dieser Einbruch, der arge Beschädigungen

[1] Denkschrift über die Etsch-Regulierung.

[1] Vgl. auch F. v. Salis: „Hochwasser im Jahre 1868" im Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, Bd. V, pag. 572. — F. v. Hellwald: „Die Elementarereignisse in den Alpen im Herbst 1868." Jahrbuch des österr. Alpenvereines Band V. — Dr. Hann: „Die Witterungsverhältnisse und Niederschläge vom 11. September bis 10. October 1868." Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteor., III. Band.

[2] Diese Beschreibung ist Hellwald entnommen.

[3] Die in Hellwald enthaltene Bemerkung, dass sich die Etsch zwischen Bozen und Trient ein neues Bett gegraben hätte, beruht selbstverständlich auf einem Irrthum; das Bett der Etsch ist seit Jahrhunderten constant.

verursachte, erfolgte am 4. October um halb fünf Uhr nachmittags, und erst um 3 Uhr nachmittags am 5. konnten die armen Bewohner jener Niederungen, die sich auf die Dächer der Meierhöfe gerettet, mit Flössen aus ihrer Isolierung abgeholt werden. Wo der Mais noch nicht geerntet war, wurde er streckenweise mit der Erde fortgespült. Ebenso grässlich sah es in den Seitenthälern aus; die Talfer wenigstens brachte Vieh, Pferde sammt der Krippe, Einrichtungsstücke mit. Unterhalb Leifers, wo die Brücke über den Bach einstürzte, war der Anblick noch trostloser; dort war grösstentheils in der Gegend zwischen Leifers, Terlan und Bozen die Weinlese vorüber, während weiter südlich die Trauben noch überall am Stocke hiengen. Aus dem Vintschgau liefen ähnliche Klagen ein; etwa 800 Schritte unterhalb des Städtchens Glurns brach die Etsch auf dem rechten Ufer aus und richtete in den abwärts liegenden Feldern grosse Verwüstungen an; im Bezirke Schlanders fand an mehreren Orten durch die Etsch und die ihr zuströmenden Wildbäche Aehnliches statt. Das Passeyer-Thal blieb vom Dorfe Salthaus einwärts nur über die Berge müh- und gefahrvoll zugänglich, alle übrigen Wege waren zerstört. Zwischen Bozen und Meran konnte in jenen Octobertagen die Verbindung nur zur Noth hergestellt werden, doch hielt sich das Wasser auf der Strasse ausser Siebeneich etwa $1^1/_2$ *m* hoch, daher für Fuhrwerke nicht ohne grosser Gefahr passierbar. Betrübende Nachrichten kamen gleichzeitig von Trient, Calliano, Matarello, Lavis, Mezzotedesco und dem Nons-Thale, in welchen Gegenden auch der Verlust an Menschenleben zu beklagen war. Das anhaltende Regenwetter des 3. und 4. um Trient hatte die Gebirgsbäche geschwellt, die sich wüthend zu Thale stürzten; namentlich verbreitete der Avisio Schrecken und Verderben; in der Nacht vom 4. auf den 5. October goss der Regen bis gegen Morgen hin in Strömen und in der Frühe war die Fläche des Thales um Trient durch die angeschwollene und ausgetretene Etsch in einen flutenden See verwandelt. Mehrere Strassen der Stadt hatte theils der Wildbach Saluga, theils die Etsch überschwemmt, welch letztere bei den am tiefsten gelegenen Häusern das erste Stockwerk erreichte. Am 5. indes begannen die Wasser wieder zu sinken.

Calliano, welches schon am 23. September viel gelitten hatte, sah sich durch den durchströmenden Ross-Bach sehr gefährdet, wie das Nons-Thal durch den Noce. Die Eisenbahn zwischen Trient und Roveredo war selbstverständlich an mehreren Punkten unterbrochen, besonders zu Matarello, Calliano und Roveredo selbst; auch weiter hinab bei Ala, Avio und Peri waren erhebliche Beschädigungen eingetreten, deren Herstellung durch den anhaltenden Regen in der Nacht vom 4. auf den 5. und das hiedurch veranlasste Steigen der Etsch wesentlich verzögert wurde. Erst am 12. October morgens war die Bahn Trient—Ala wieder hergestellt, demnach die ganze Strecke Trient—Verona fahrbar. An demselben Tage konnte auch wieder der Eilgutverkehr zwischen Bozen und Brixen eröffnet werden. Aber noch am 31. October war auf der Bahnstrecke Bozen—Trient die Strecke Auer—Salurn nur mit Omnibussen zu passieren. Der durch diese Wasserverheerungen der Südbahn-Gesellschaft erwachsende Schaden war auf 600.000 fl., jener des Bezirkes Roveredo allein auf 919.736 fl. bewertet.

Zwischen 18. und 21. October stieg die Etsch neuerdings durch abermalige Regengüsse, so dass man eine Wiederholung der Ueberschwemmung befürchtete. Glücklicherweise trat aber, wie zur selben Zeit in der Schweiz, helles, wenn auch kaltes Wetter ein, welches die Berge bis zu den cultivierteren Gegenden herab mit Schnee bedeckte.

Im November stieg die Etsch nochmals infolge des durch einige Tage mit aller Heftigkeit niederströmenden Regens und hat neue Dammbrüche im Gebiete von Moritzing und Branzoll veranlasst.

1871. 19. Juni. Bedeutende Hochwässer im Inn- und Puster-Thale, am Eisack, an der Etsch und im Rhein-Thale. Der Eisack setzte Sterzing einen Meter tief unter Wasser. Die Etsch zeigte bei Trient einen Wasserstand von 4·40 *m*. Salurn und Deutsch-Metz waren infolge von Dammbrüchen überschwemmt.

27. Capitel.

Die Ueberschwemmungen des Jahres 1882.

1882. Eine grössere, furchtbarere Ueberschwemmung wurde im Etsch-Thal weder früher noch später nicht erlebt, wenn auch die Wasserstände an einzelnen Punkten bei den späteren grossen Ueberschwemmungen local eine mitunter noch grössere Höhe erreichten, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Auch diese grossartige Ueberschwemmung war nicht die Folge eines einzigen Wolkenbruches, sondern lang andauernder Regen, durch welche Boden und Vegetation bereits vollkommen angesaugt waren, so dass deren Absorptionsfähigkeit keinen Schutz mehr gewährte, sondern fast die ganzen niederfallenden Regenmassen zum Abflusse gelangten.

Schon im Juni war das Jahr sehr regnerisch, der August war sehr nass; ein stärkeres continuierliches Regenwetter begann in Südtirol am 11. September und steigerte seine Intensität immer mehr. Am 12. und 13. regnete es überall in Strömen. Am 13. September traten nach den südöstlichen Winden plötzlich Nordwinde ein, welche die Berge mit fusshohen Schneemassen bedeckten. Am 14. trat Föhnwind ein, der furchtbare Gewitter und warmen Regen brachte. Nun begannen die Wolkenbrüche, so dass in den 5 Tagen vom 13. bis 17. September zu Pejo (Val di Tole) 297, zu Roveredo 265, zu Trient 278 und zu Predazzo (Fleims) 275 *mm* Regen fielen. Die Gewässer fiengen am 15. zu steigen an und erreichten in den höheren Theilen der Thäler am 16., in Südtirol (Etsch) aber erst am 17. September das Maximum der Höhe.

Die Pegelstände der Etsch zu Trient waren folgende:

Am 13.	September	1·40 *m*
„ 14.	„	2·30 „
„ 15.	„	3·10 „
„ 16.	„	5·50 „
„ 17.	„	5·80 „
„ 18.	„	5·60 „
„ 19.	„	5·25 „
„ 20.	„	4·80 „
„ 21.	„	4·00 „
„ 22.	„	3·60 „

Die Regenabnahme begann erst am 21. und 22., worauf eine schwache Verstärkung am 26. und 27. folgte, worauf die Wässer langsam fielen.

Am 25. bis 29. October trat eine zweite grosse Ueberschwemmung ein, indem an diesen Tagen zu St. Michele 160, zu Trient 148, zu Pejo 151, zu Riva 144 *mm* Regen fielen.

Die Pegelstände der Etsch zu Trient waren diesmals folgende:

Am 25.	October	1·20 *m*
„ 26.	„	2·65 „
„ 27.	„	2·05 „
„ 28.	„	4·85 „
„ 29.	„	4·80 „
„ 30.	„	4·00 „
„ 31.	„	3·20 „
„ 1.	„	3·05 „

Die Wirkung dieser ungeheueren Niederschläge war eine furchtbare, indem nicht nur die Etsch und ihre wichtigsten Zuflüsse, sondern Tausende von Wildbächen und Runsen zerstörend auftraten, ungeheuere Erdcomplexe der Gehänge infolge der Uebersättigung des Bodens mit Wasser nach den monatelangen Regen ihren Halt verloren und die cultivierte Erdkrume in erschreckendster Weise zerrissen.[1]

Unsere Provinz ist eine Erdkrume, die in der Auflösung begriffen ist, heisst es in einem Berichte der „Società degli Alpinisti Tridentini" an die Landtagsabgeordneten vom Jahre 1882.[2] Das Erdmaterial, das von den Wässern herabgebracht wurde, ist ein einstürzender Bau, welcher bei jedem kleinen Hochwasser neues unberechenbares Unheil stiften kann.

Es ist kein Alarmschrei laut genug, heisst es in diesem Berichte, welcher genügen würde, die Grösse der Gefahr zu zeigen. Oft wurden Stimmen der Warnung laut, jetzt spricht eine furchtbare Katastrophe mit der Beredtsamkeit der Thatsachen.

Und so war es in der That. Verfasser, welcher in den ersten Tagen nach dem September-Hochwasser vom hohen k. k. Ministerium des Innern nach Südtirol entsendet wurde, betrat das Etsch-Gebiet wenige Tage nach dem 16. September, als noch die Wässer das Thal von einer Berglehne zur anderen bedeckten und konnte nur mit persönlicher Gefahr nach Trient gelangen.

Schon bei Waidbruck war die Strasse unterbrochen und hoch in der Luft starrten die Reste der zerstörten Eisenbahn-Bestandtheile, während unten der entfesselte Eisack, grosse Felsblöcke in schäumenden Wellen vor sich schleudernd, allen Raum von einer Felswand zur anderen beherrschte, nur soviel Raum lassend, dass man an einem stehengebliebenen Streifen der von den Fluten weggerissenen Reichsstrasse mit Hilfe von provisorischen Böcken und Nothbrücken mit grösster Vorsicht vorwärts kommen konnte.

Gleich unterhalb Bozen begann ein unermesslicher See, aus dem sich die das Etsch-Thal begrenzenden Berglehnen abhoben, nur unterbrochen von Bäumen, Häusern, Reben, die sich aus dem Wasser emporhoben. Durch diesen See hindurch am äussersten flachen Rande musste die Reise von Bozen nach Trient angetreten werden, wozu nur ein eigener Wagen mit besonderen hohen Rädern verwendbar war. Dieser Wagen war umgeben von Plätten, auf denen ortskundige Leute mit Sondierstangen mühsam den Weg suchten, auf dem ihnen der Wagen folgen durfte.

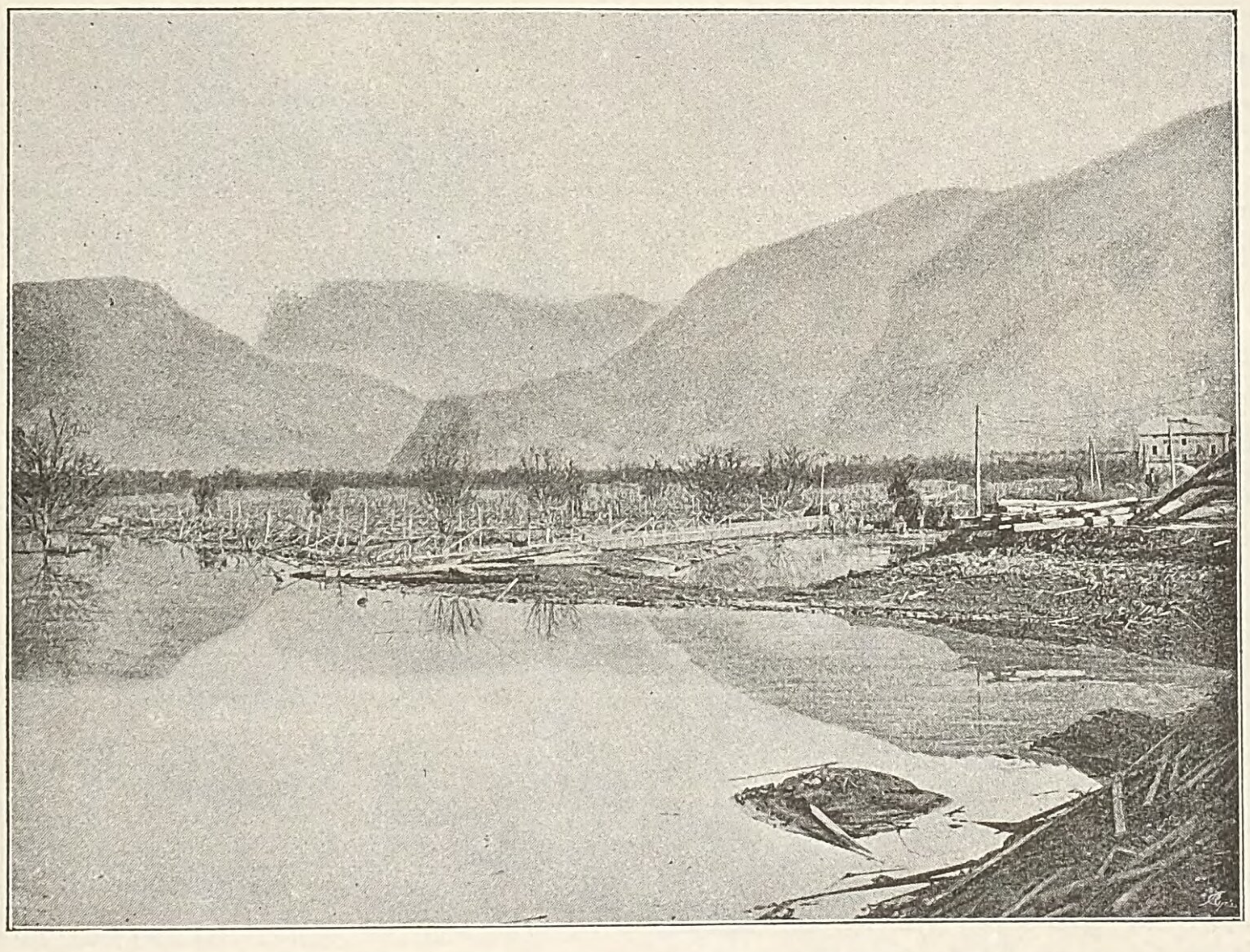
So dauerte die Reise von Bozen nach Trient, die mit der Eisenbahn in einer Stunde zurückgelegt werden kann, einen vollen Tag, wobei sehr oft ausgestiegen werden musste, um die Passierung der Seitenbäche zu ermöglichen.

Der Anblick des ungeheueren, durch die Elemente verursachten Schadens war ein trostloser, der Jammer der schwer getroffenen Bevölkerung, welche heldenmüthig ihr Hab und Gut bis zum letzten Augenblicke vertheidigte, ein herzbewegender.

Niemand ahnte damals, dass der Kelch des Leidens noch nicht geleert war, und dass die zweite grosse Elementar-Katastrophe des October diejenige vom September noch weitaus überbieten sollte.

Lange aber erst nach dem Fallen der Wässer wurden sich indes die Betheiligten klar über das volle Maass und die Bedeutung dessen, was sich zugetragen hatte. Der auf ungezählte Myriaden von Jahren vertheilte geologische Process der Abrasion der Alpen hatte wieder einmal durch einen rapiden, deutlich wahrgenommenen Schritt den stetigen Fortgang seiner Arbeit in der Weise sichtbar gemacht, wie ein plötzliches Erdbeben an den langsamen aber unaufhaltsamen Vorgang grosser tektonischer Schichtenbewegungen der Erdrinde gemahnt.

Fig. 21.



Der Etsch-See bei Sigmundskron, entstanden durch den Eisack-Einbruch im Jahre 1882.

Das Hochwasser der Etsch begann im Ober-Vintschgau schon am 16. September. Der Ramm-Bach überschüttete die Ebene von Glurns mit Schotter; ebenso brach der Sulden-Bach stürmisch aus. Am 17. erreichte die Etsch, von den auf vorher nie gesehenen Höhen angeschwollenen Seitenbächen verstärkt, bei Bozen einen Wasserstand, der jenen von 1868 um mehr als 1 *m* überstieg. Am 16. und 17. erfolgten zwischen Meran und Bozen 10 Dammbrüche, welche die Fluten der Etsch über alle Niederungen bei Burgstall, Gargazon, Vilpian und Terlan ausbreiteten. Besonders wild war der Falzauer-Bach, der seine Dämme, sowie den Etsch-Damm zweimal durchbrach und die mit Obstbäumen besetzten Wiesen von Lana überschwemmte.

Der Eisack durchriss an seiner Einmündung in die Etsch die Dämme seines rechten Ufers, nahm seine Richtung senkrecht auf die Etsch, warf seine Geschiebe in das Bett derselben und baute darin einen so mächtigen Damm auf, dass die Etsch, am Abfluss gehindert, sich zu einem See aufstaute, der von Sigmundskron bis in die Nähe von Gries eine Breite

[1] Bericht des k. k. Landescultur-Inspectors Franz Zoepf an Se. Exc. den Herrn Ackerbauminister über die, gelegentlich der Bereisung der von der Ueberschwemmung in Tirol betroffenen Gebiete gemachten Wahrnehmungen, vom 31. Juli 1883.

[2] Riflessioni e proposte della Società degli Alpinisti Tridentini sulle questioni degli imboschimenti. Trento 1882.

von ca. 4000 *m* erreichte und zum Ruin aller betroffenen Culturen fünf Monate lang auf dem Lande liegen blieb, bis er erst im Februar 1883 durch einen Abzugsgraben entfernt werden konnte. (Fig. 21.)

Abwärts von Bozen ergaben sich bis St. Michele 9 Durchbrüche der Etsch-Dämme und noch einige Dammbrüche am Noce und Avisio, wodurch sich die ganze Thalfläche, mit Ausnahme des rechten Ufers zwischen Tramin und Margreid, wo die Dämme festhielten, bis Calliano hinab in einen See verwandelte.

In der Gegend von Leifers und zwar gegenüber dem Pfattner Krizekhofe war die Etsch links ausgebrochen und hat sich über die Thalgründe von Leifers, Pfatten, Branzoll und Auer ausgebreitet, diese sämmtlichen Güter im Ausmaasse von 2000 Joch verwüstend. Hiebei wurden viele Baulichkeiten zerstört, der Eisenbahnkörper durchbrochen und selbst die Staatsstrasse wiederholt und auf grössere Strecken meterhoch unter Wasser gesetzt, bis sich die Fluten in dem alten Etsch-Arme oberhalb Gmund wieder vereinigten und nächst unterhalb der Eisenbahnbrücke in das Etsch-Bett ergossen.[1]

Fig. 22.



Dammbruch der Etsch bei Mezzolombardo im Jahre 1882.

Die Abbauung des Durchbruches erfolgte mit bedeutenden Auslagen aus Landesmitteln und war noch nicht zum Abschlusse gebracht, als das October-Hochwasser dieses Werk zum grössten Theile zerstörte und sich die Inundation in noch grösserem Ausmaasse wiederholte.

Die neuerliche Abbauung des Dammbruches durch ein versichertes Pilotenwerk wurde sofort nach dem October-Hochwasser in Angriff genommen, doch wurde der Abschluss der äusserst ungünstigen Verhältnisse wegen erst nach vielen Wochen beendet.

Ein weiterer Dammbruch an der Branzoller Lände verursachte die Inundation des rechtsseitigen oder Pfattner Etschgeländes, doch ist der Abfluss des Wassers infolge Abschlusses des Dammbruches und Fallen des Etsch-Flusses bald erfolgt.

Im Etsch-Thalgebiete unterhalb Auer, d. i. in der II. Etsch-Regulierungssection, verursachte das September-Hochwasser, welches jenes von 1868 um 1 *m* überstieg und für welches somit die bestandenen Dämme zu niedrig waren, durch Uebertreten und neue Dammbrüche eine ausgedehnte Ueberschwemmung, insbesondere der linksseitigen Thalhälfte bei Laag, Neumarkt, Salurn und St. Michele.

Diese Verheerungen wurden in Neumarkt und St. Michele noch durch die in der Nähe bestehende Gemeinde-, bezw. Bahnbrücke befördert.

Der äusserst niedrigen ungünstigen Lage wegen litten unter den Ueberschwemmungen auch die Ortschaften Neumarkt und Salurn, in welchen das Wasser eine Höhe von 3 *m* erreichte.

Die rechtsseitige ausgedehnte Thalfläche blieb mit Ausnahme eines kleinen Gebietes bei Kurtinig und Margreid verschont.

Sämmtliche Einbrüche wurden sofort provisorisch abgebaut, somit der Einfluss von der Etsch vorläufig behoben und erzeugte das October-Hochwasser nur mehr eine Ueberrinnung des Abbaues bei Neumarkt.

Oberhalb der Eisenbahnbrücke bei Gmund erhob sich das Hochwasser nach den commissionellen Erhebungen 2 *m* über die Gewölbsanläufe, wodurch die unzureichenden Dimensionen dieses Objectes erwiesen wurden.

Ebenso erwies sich auch die Durchflussöffnung des Kalterer Grabenobjectes im Deutsch-Metzer Moose als unzureichend. (Fig. 22.)

Auch bei St. Michele erwies sich das Durchflussprofil der dortigen Eisenbahnbrücke als nicht genügend.

Unterhalb der Eisenbahnbrücke von St. Michele, das ist in der III. Etsch-Regulierungssection, wurden schon durch das September-Hochwasser zahlreiche Dammbrüche und Ufereinrisse in den bestandenen Durchstichen oder unversicherten Uferländern verursacht, von denen namentlich die Einbrüche im Gemeindegebiet von Nave St. Rocco aus dem Grunde die nachtheiligsten Folgen hatten, weil die Gründe niedrig gelegen sind und überdies noch von dem an der rechtsseitigen Berglehne 2 bis 3 *m* über dem Terrain laufenden Noce-Fluss geschädigt werden, dessen Hochfluten sich durch 4 grosse Dammbrüche in die Niederung ergossen.

Die vereinigten Etsch- und Noce-Hochwässer überschwemmten und verheerten die gesammten, zwischen beiden Flüssen liegenden, den Gemeinden Mezzolombardo, Nave, St. Rocco und Zambana gehörigen Grundflächen und inundierten auch die am rechten Etsch-Ufer gelegene Ortschaft Nave St. Rocco, welche daher für jene Zeit der Hochwässer von den Einwohnern gänzlich verlassen werden musste.

An der Ausmündung des Avisio erhöhte sich die ausgedehnte Bachsohle, bezw. der Ablagerungsplatz des genannten Flusses und hat sich dessen Schuttkegel soweit in die Etsch

[1] Commissions-Protokoll über die zu Folge Statthalterei-Erlass vom 23. October 1882, Z. 18591, zu pflegenden Erhebungen bezüglich der Ermittlung der Ursachen des langsamen Abflusses der Gewässer im Etschthale ddo. 20. bis 27. November 1882. — Die Beschreibung der Schäden ist diesem officiellen Actenstücke entnommen.

vorgeschoben und vergrössert, dass die schon früher bewirkte Stauung gesteigert wurde, weshalb die Ueberschwemmung der oberen Thalfläche noch auf grössere Ausdehnung erfolgte und die Inundationswässer noch langsamer abflossen.

Die bedeutende Geschiebsablagerung oberhalb der Bahnbrücke hat überdies den Fluss über sein bisheriges Bett hinaus nach links und rechts in die Culturgründe gedrängt und dieselben verheert; bei dem October-Hochwasser hat ein Arm desselben selbst seinen Lauf längs des Bahndammes bis Trient genommen, wodurch für die Stadt die grösste Gefahr erwachsen ist.

Der Avisio beschädigte die im Baue begriffene Thalsperre bei St. Giorgio am Ausgange der Thalschlucht oberhalb Lavis [1] und unterspülte ein Widerlager der eisernen Strassenbrücke, wodurch die Eisenconstruction mit dem unterwaschenen Ende ins Wasser fiel. [2] Ein Arm des Avisio durchbrach den linksufrigen Damm und setzte das ganze Campo Trentino unter Wasser.

Unterhalb des Avisio verursachte ein rechtsseitiger Etsch-Einbruch die vollständige Verwüstung des unter dem Namen Ischia Wolkenstein bekannten grossen Gütercomplexes und war hiedurch die Gefährdung der Trientiner Gegend wesentlich gesteigert.

Im Gemeindegebiete Gardolo, im Leegsrayon von Roncafort und im Campo Trentino war zwar das Inundationswasser Ende November schon grösstentheils abgeflossen, doch blieben sämmtliche Gräben verschlämmt, wodurch ein vollständiges Abfliessen, insbesondere des Grundwassers verhindert wurde.

In ausgedehnten Liegenschaften des Comprensoriums von Roncafort und des Campo Trentino ist ferner ein grosser Schaden und für die Stadt Trient eine bedeutende Gefährdung durch die Etsch-Einbrüche an der Rosta Tonnera und ai Spini erwachsen.

Nebst der Schädigung und Gefährdung durch die Wasserzuflüsse und Einbrüche vom oberen Etsch-Thale wurde die Stadt Trient noch insbesondere dadurch geschädigt, dass die Etsch-Hochwässer durch die Lorenzo-Brücke gestaut, in das alte Etsch-Bett zurückgedrängt wurden und weiter oberhalb sogar in dasselbe eingebrochen sind.

Die Folge war die Ueberschwemmung eines ansgedehnten Stadtgebietes stellenweise bis auf 2 *m* Höhe. Es wurde commissionell anerkannt, dass das Durchflussprofil der obgenannten Brücke für die Hochwässer entschieden ungenügend war und deshalb die Stadt Trient bedroht ist.

Infolge der Verwüstungen im Fersina-Thal und des Bruches der alten Cantanghel-Thalsperre wurde das Fersina-Bett bei gleichzeitiger Zerstörung der Archenwerke namhaft erhöht und die niedrig gelegenen Stadtgründe ai Mulini und alla Mantovana, sowie die Stadt selbst gefährdet.

Nächst der Mündung nach beiden Seiten ausbrechend' wurden viele Grundstücke verwüstet und hat schliesslich die Fersina den Lauf längs des Bahndammes bis unterhalb Matarello genommen.

Den massenhaften Abfuhren von Holz und Ansammlungen desselben an den Widerlagern und Pfeilern der Matarello-Brücke musste endlich auch diese Brücke weichen, wodurch die Verbindung zwischen beiden Ufern unterbrochen wurde.

[1] Die Angabe Sonklar's („Von den Ueberschwemmungen" pag. 114), dass der Avisio die halbfertige Thalsperre bei Lavis vernichtete, ist unrichtig, denn diese Thalsperre wurde im Ganzen nur leicht beschädigt, trotzdem sie erst im Bau und das horizontale Gewölbe wegen des für den Wasser-Ableitungskanal erforderlichen Raumes noch nicht geschlossen werden konnte.

[2] Verfasser sah beide Objecte unmittelbar nach dem Hochwasser.

Der Stolzan-Bach hat durch seine Geschiebsführungen und Ausschreitungen nicht nur eine grosse Grundfläche gänzlich verwüstet und die Ortschaft Matarello bedroht, sondern auch durch Verschüttung seines alten Bachbettes und Aenderung seines hiebei genommenen Laufes ungewöhnlich störende Verhältnisse geschaffen.

Nebst der durch die Hochwässer bewirkten Ueberschwemmung der Thalgründe von Romagnano verursachte ein rechtsseitiger Etsch-Einbruch unterhalb Acquaviva die Inundierung und Verwüstung der Niederung von Aldeno, welch erstere zwar durch einen sofort hergestellten Abbau behoben wurde, deren Erneuerung aber immer wieder zu befürchten stand.

Weiter abwärts führten die Hochwässer eine Zerstörung der alten Archen an der Ischia-Moll, die Schädigung der Dammkrone im Besenello-Durchstiche, sowie natürlich auch eine Ueberschwemmung der Thalgründe herbei, welche Schädigungen baulicher Anlagen von Seite der Etsch-Regulierung baldigst behoben wurden.

Die Vollendung und Realisierung dieses Durchstiches ist gelegentlich des Hochwassers wider Erwarten, und zwar wegen Vorkommens des äusserst compacten tuffartigen Grundes, der vom Wasser nicht angegriffen wird, nicht eingetroffen. Wie wir sehen werden, ist dies jedoch später in günstigster Weise trotz der durch die Verhältnisse unvermeidlich gewordenen Verzögerung geschehen.

Auch die wenigen Thalgüter von Calliano waren von der Ueberschwemmung nicht befreit, doch erlitt diese Gemeinde den relativ grösseren Schaden durch den Ross-Bach, welcher unterhalb den Bahnbrücke rechts und links in die Liegenschaften ausbrach.

Weiter aufwärts riss der angeschwollene Bach einen Streifen der linksseitigen, hochgelegenen aber unversicherten Ufergründe mit fort, deren Material mit den wegen Unterkalkung der Camelli-Thalsperre im Ross-Bach vom Inneren des Thales herausgelieferten Geschiebsmassen das Bett so bedeutend erhöhte, dass infolge dieser Erhöhung eine Mühle bis zum ersten Stockwerke eingemurrt, die Wasserleitung zerstört, das Dorf durch zwei Einbrüche gefährdet wurde und nur mit äusserster Kraftanstrengung geschützt werden konnte, für die Zukunft aber vorläufig gefährdet blieb.

Nebst diesen hervorgerufenen Unregelmässigkeiten im Bachbette erlitten sowohl die Staatsstrasse, als auch der Bahnkörper geringe Beschädigungen und hat die massenhafte Geschiebsablagerung an der Mündung des Baches in die Etsch auch sehr nachtheilig auf den Lauf der letzteren eingewirkt.

Der ungeheueren Kraft der Hochwässer vermochten auch die an der concaven Seite des vom Bahnärar ausgeführten Nomi-Durchstiches bestandenen Uferwerke nicht Widerstand zu leisten und erfolgten hier zwei grössere und einige kleinere Dammbrüche, welche für die Güter von Nomi und Volano umso nachtheiligere Folgen hatten, als in dem alten, bis jetzt noch nicht zur Verlandung gebrachten Etsch-Bette den Hochwässern ein grosser Spielraum geboten war und dieselben einmal in diese Niederungen eingebrochen, nur langsam Abfluss finden konnten.

In der weiteren Thalstrecke bis Sacco verursachten zwar die Hochwässer eine allgemeine Ueberschwemmung der Niederungen und einige geringfügige Schädigungen der Uferwerke, welche von der Etsch-Regulierung wieder behoben wurden, doch bewirkten sie anderseits wieder die Verlandung der abgebauten verlassenen Etsch-Bette bei Chiusole in befriedigendster Weise. Die Hochwässer waren auch bald schon abgeflossen.

Roveredo und Sacco erlitten jedoch grösseren Schaden und wurden mehr bedroht vom Leno-Bache, der bedeutende

Geschiebemassen aus dem Vallarsa-Thale lieferte und noch reichliche Zufuhren vom Terragnolo-Bache erhielt.

Diese Geschiebsmengen bewirkten eine vielfache Schädigung der zahlreichen im Bachlaufe befindlichen Gewerksanlagen und Wasserleitungen, eine Erhöhung des Bachbettes um 2 bis 3 *m* und bis zur Höhe der Grundsperren, so dass die Archenwerke ungenügend und einige Gebäude beschädigt wurden, die Stadt Roveredo selbst aber in grosse Gefahr kam.

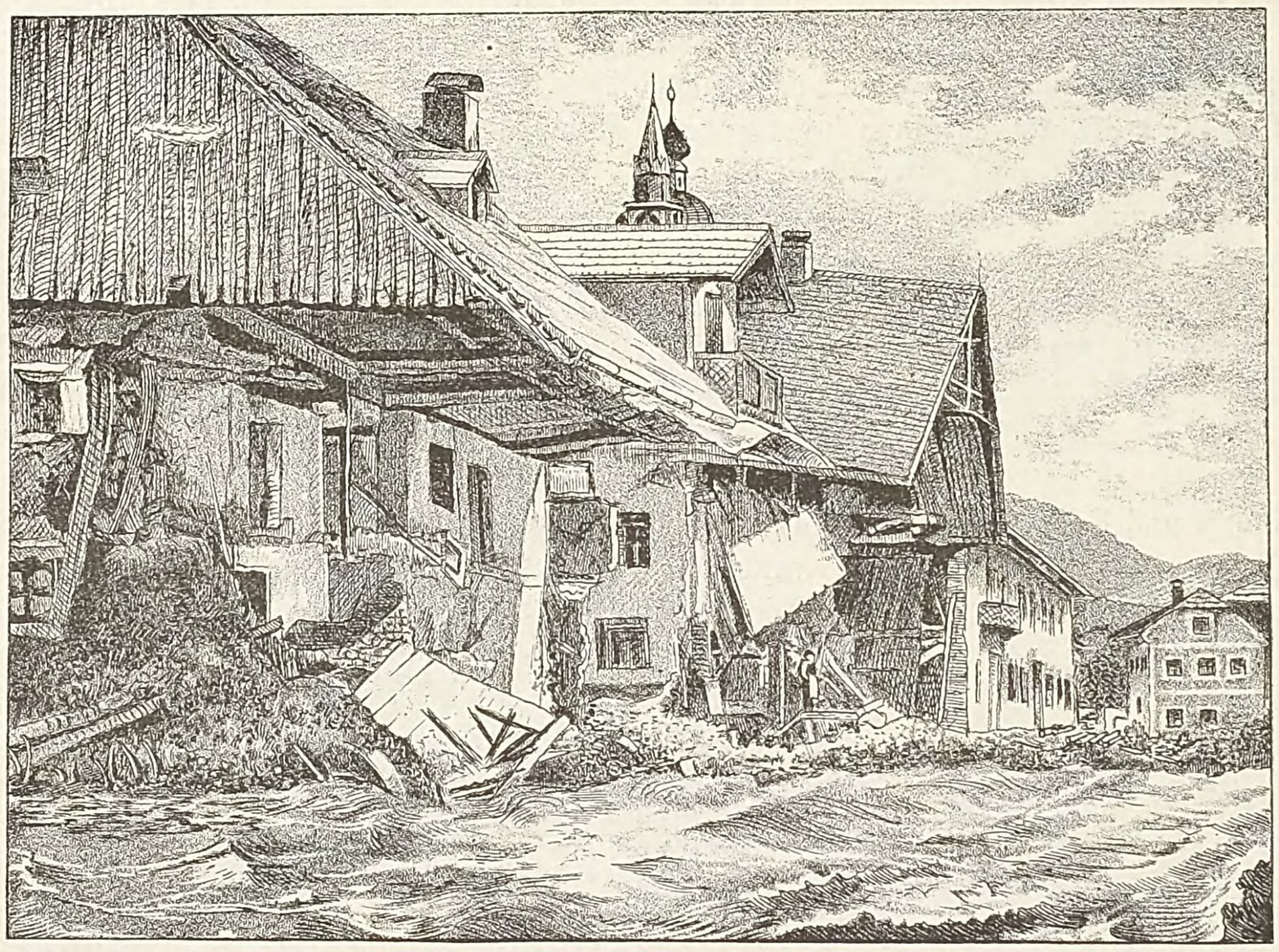
Bachabwärts war durch die eingetretene theilweise Zerstörung der Bahnbrücke nebst der Ortschaft Sacco insbesondere die ärarische Tabakfabrik gefährdet und verursachten zwei Einbrüche die Verwüstung ausgedehnter Liegenschaften.

An der Mündung endlich erlitten durch die Geschiebsmassen und Wildholzlieferung auch die linksseitigen Uferbauten, sowie die von der Etsch-Regulierung ausgeführten Bauwerke ziemlichen Schaden, während die Geschiebsabfuhren in die Etsch deren Lauf wesentlich beeinträchtigten.

Unterhalb Roveredo brach die hochströmende Etsch, in der dortigen Flussenge gestaut und durch mehrere am linken Ufer befindliche Spornwerke gedrängt, in die rechtsseitig gelegene Ischia Fedrigotti (Gemeinde Isera) ein, und verwüstete einen grossen Theil derselben.

Die weiteren Unregelmässigkeiten im Flussbette unterhalb der Steinlawine von Marco, sowie die ungenügenden Abschlusswerke an der gelegentlich des Bahnbaues vom Bahnärar abgeschnittenen Etsch-Serpentine, mochten die Ursache gewesen sein, dass die Etsch auch hier eingebrochen ist und die niedrig gelegenen Güter verheerte.

Fig. 23.



Ueberschwemmung von Niederdorf im Jahre 1882.

Hier wurde auch die über den Durchstich führende Brücke theilweise zerstört.

Von Marco abwärts wird das Thal enger, die Thalsohle schmäler und konnten daher auch die Hochwässer nicht mehr so ausgedehnte Ueberschwemmungen verursachen.

Die Hochwässer verliefen deshalb hier auch ziemlich rasch und wurde durch Oeffnung sämmtlicher verschlämmter Abzugsgraben auch dem Grundwasser bald Abzug verschafft.

Die Etsch hat zwar vom Marco-Durchstiche abwärts bis zur Landesgrenze einen mehr gestreckten, aber doch sehr unregelmässigen, äusserst mangelhaft beschränkten, durch locale Uferwerke sogar vielfach gestörten Lauf, der bis dahin noch niemals durch correcte Bauten weder vom Staate, noch vom Lande, den Gemeinden oder Interessentschaften geregelt worden war.

Abgesehen von der oben erwähnten vollständigen Inundation der engen Thalniederung konnten daher die Hochwässer einen höchst nachtheiligen Einfluss nehmen, die natürlichen Ufer und localen Archenwerke vielfach schädigen, die am Ufer gelegenen Ortschaften bedrohen und Einbrüche verursachen.

Ein solcher erfolgte gleich bei Sta. Cäcilia, wodurch bedeutende Liegenschaften verwüstet und selbst die Ortschaft Chizzola sehr gefährdet wurde.

Das sehr unregelmässig versicherte linksseitige Ufer, insbesondere oberhalb, aber auch unterhalb Serravalle, sowie die Flussenge an der Mündung des Sorna-Baches bildeten weiters die Ursache wiederholter Uferschädigungen in den Gemeindegebieten von Serravalle und St. Margherita, welch erstere Ortschaft ihrer niederen Lage wegen, trotz der Bahnversicherung bis zum ersten Stockwerke inundiert worden ist.

Vom Marco-Durchstiche abwärts bis zum Rio di St. Valentino musste daher die im November 1882 functionierende Begehungs-Commission nebst der sofortigen Ausführung von localen Schutzbauten die Correction des Flusslaufes beantragen, wobei namentlich dem schädlichen Einfluss des linksseitigen Ufervorsprunges und der Einbuchtung bei Viletta ein besonderes Augenmerk zugewendet wurde.

Wenn auch die Inundierung weiter abwärts weniger Schaden verursacht hatte, so erfolgten doch auch in dieser unteren Strecke mehrfache Uferschädigungen und erschien die Ausführung von Uferversicherungen bei Pilcante und Ala dringend geboten.

Ausserdem erschien in Ala auch im Ronchi- und Ala-Bache die Behebung der für den Ort bestehenden Gefahr durch möglichste Verbauung im Inneren und örtliche Versicherungen auswärts des Thales geboten. In dem hier unter Ala am meisten serpentinierenden Laufe dieser Strecke fanden die Hochwässer an den unversicherten Ufern wieder Angriffspunkte genug um anfänglich einen Einbruch bei Campiglio zu versuchen, der auch wirklich erfolgt wäre, wenn das Wasser nicht früher noch, das weit in die Thalniederung vorragende Ufer fortgerissen und sich das Flussbett auf diese Weise erweitert hätte.

Durch diese Unregelmässigkeiten des Flussbettes und die damit bewirkte, rasch wiederholte Aenderung der Flussströmung wurden auch die an beiden Etsch-Ufern situierten Fractionen von Avio, nämlich Vò destro und Vò sinistro inundiert und stark gefährdet, der rechtsseitige Mittelpfeiler der Verbindungsbrücke zerstört und zwei Brückenfelder von den Fluten fortgerissen.

Weiter abwärts verursachte das Hochwasser auf eine grosse Strecke und ziemliche Breite den Abbruch des rechtsseitigen Uferlandes, wodurch das Gemeindegebiet von Avio auch hier unten geschädigt, der Marktflecken selbst in

hohem Grade gefährdet und theilweise unter Wasser gesetzt wurde.

Am linken Ufer bewirkten wiederholte Zerstörungen der Ufer eine theilweise Verheerung der Prati Cerni. Unterhalb der Mündung des Aviana-Baches erfolgten nicht nur mehrfache Archen- und Uferschädigungen, sondern selbst ein Einbruch in die Ischia Libera.

Ein weiterer, es ist der letzte Einbruch, fand oberhalb Borghetto in die rechtsseitige Thalniederung von Mama statt, durch welchen Einbruch auch die im benachbarten Königreich Italien gelegene Ortschaft Belluno-Veronese bedeutend gefährdet wurde und auch für die Zukunft gefährdet blieb.

Wie die oberen an der Etsch gelegenen Ortschaften Serravalle und Vò, so hatte auch die am linken Etsch-Ufer gelegene tirolische Ortschaft Borghetto durch die Inundation bedeutend zu leiden.[1]

Grauenerregend waren die Verwüstungen im Rienz-Thale, woselbst Toblach, Niederndorf, Welsberg und Bruneck theils zerstört, theils arg beschädigt worden sind.

Rücksichtlich Toblachs lassen wir die Beschreibung Jos. Rohracher's folgen:

Der Ort liegt am Ausgange des Sylvester-Thales, wo dieses auf die schöne Fläche des Toblacher Feldes mündet, angesiedelt an dem berüchtigten Toblacher-Bache, dessen Quellen auch jenem wegen der gebotenen Aussicht berühmten Pfannhorn entspringen, von dem ein uraltes unheimliches Sprichwort in Form der Prophezeiung sagt:

„Wenn die Murre reicht ans Pfannhorn“
„Ist Toblach und Wahlen verlorn.“

Mehreremale schon hatte der Ort erfahren, dass er an verfluchten Gestaden liegt, viele seiner Häuser sind schon von früheren Ueberschwemmungen eingemurrt und erst noch im Jahre 1879 wurde es hart von einer Ueberschwemmung betroffen. Das in obiger Prophezeiung angeführte Wahlen ist schon lange den vom Pfannhorn herabgeführten Murren erlegen — wie die im Thale unter dem neuen Wahlen stehenden Ruinen bezeugen — im Jahre 1882 schien nun endlich das Wort auch an Toblach ganz und voll in Erfüllung gehen zu sollen. Am 16. September erfolgte der Ausbruch des Sylvester-Baches im mittleren Theile des Dorfes, nachdem er dort sein Bett mit den Murren des Gebirges angefüllt; die Sturmglocken hatten nicht lange zu wimmern, um die Bewohner an die Ufer zu rufen — aber es war wohl von allem Anfang kaum die Möglichkeit vorhanden, jenen Theil, der von der Ueberschüttung betroffen wurde, von ihr zu bewahren.

Mit der immer höher hinauf reichenden Anfüllung des Flussbettes mit Gerölle wurde nach und nach die ganze obere Partie des Dorfes überschwemmt und mit Schotter gefüllt, einzelnen Häusern wurden Ecken weggerissen, so dass ihre Gemache hohl auf die Verwüstung sahen.

Andere — der grösste Theil des Oberdorfes — waren in kurzem in den Keller- und Parterre-Räumen mit Schlamm und Schutt gefüllt und mit gleichem Materiale umzingelt. Selbst die höher gelegenen Häuser wurden von der Flut bespült, ja es war Gefahr vorhanden, dass der Bach hinter den Häusern Terrain gewinnen und sich einen Abfluss hinter der Kirche und somit in der Richtung nach Innichen erzwinge.[1]

Ueber den hochgelegenen Weg von Herbstenburg floss schon ein ansehnliches Bächlein, welches seinen Weg über den Platz vor der Kirche fand. Die Wehrarbeiten, bei welchen besonders die in Toblach stationierte Compagnie des 15. Feldjäger-Bataillons Vorzügliches leistete, waren hauptsächlich darauf gerichtet, den Bach rechtsseitig hinabzudrängen, umso die Verheerung des mittleren Ortstheiles mit der Kirche hintanzuhalten. Dies gelang auch ziemlich, wiewohl nicht verhütet werden konnte, dass einzelne Ausbrüche hieher erfolgten.

Fig. 24.



Ueberschwemmung von Welsberg im Jahre 1882.

Im Unterdorfe füllten die Gerölle und Schlamm-Massen ebenso die Häuser, wie im Oberdorfe.

Der zweiten Ueberschwemmung am 28. October blieb wenig zu zerstören mehr übrig, doch wurden die Schutzarbeiten wieder vernichtet.

Die amtlichen Aufnahmen ergaben im Bereiche der Gemeinde Toblach 22 zerstörte oder aufzugebende Häuser, 8 beschädigte, 21 ebenerdig vermurrte und 13 verschlämmte.

Sämmtliche Bauten am Toblacher-Bache, sowie die an demselben gelegenen Werke wurden weggerissen.

An Feldungen wurden 64 Jauch à 1000 Quadrat-Klafter weggerissen, 68 vermurrt und 64 sind abgerutscht.

[1] Die bisherige Beschreibung ist der officiellen Begehung entnommen, die weitere Beschreibung der Schäden in den Seitenbächen stammt aus Sonklar, weiters aus Jos. Rohracher's: „Die Hochwasserverheerungen im Pusterthale im Jahre 1882“. — „Die Hochwasserschäden in Tirol im Herbst 1882“, von einem Tiroler etc.

[1] Hiedurch wäre das interessante Schauspiel eingetreten, dass der Bach statt durch die Etsch in das adriatische — im Wege der Drau in das schwarze Meer geflossen wäre, ein Wechsel der Wasserscheide, wie er im Gebirge des Oefteren nachgewiesen ist.

Im ganzen ergaben die officiellen Schätzungen in Toblach einen Schaden von 83.600 fl. an öffentlichem und 187.800 fl. an Privatgut.

Nicht minder furchtbar als in Toblach war die Zerstörung in Niederndorf, worüber wir die Beschreibung nach Jakob Traunsteiner folgen lassen: (Fig. 23.)

Die erste unmittelbar am Laufe der Rienz liegende Ortschaft ist Niederndorf. Die Rienz hat hier, nachdem sie aus dem Höhlenstein kommend und vorher noch im Toblacher-See geläutert, eine halbe Stunde oberhalb bei Gratsch, den Toblacher-Bach aufgenommen, bereits die Grösse eines mächtigen Baches erlangt.

Seit Menschengedenken wusste man hier nichts von grösseren Wasserverheerungen, doch müssen solche in früheren Jahrhunderten schon vorgekommen sein, da vielfache Spuren darauf hindeuten und unter den Dorfbewohnern durch mündliche Ueberlieferung allgemein bekannt ist, dass vor circa anderthalbhundert Jahren die Spitalkirche zur Hälfte vom Bache weggerissen wurde.

Im Jahre 1879 war die Rienz hoch und beschädigte die Schutzbauten, die neu hergestellt, seither Stand hielten.

Am 15. September 1882 stieg die Rienz zu nicht dagewesener Höhe, am 16. schon wehrte alles an den bedrohten Stellen, andere sicherten ihre Habe. Erst am 17., als das Wasser noch immer stieg und insbesondere infolge Angreifens der Berglehne oberhalb des Dorfes massenhaft Schutt mit sich führte, damit theilweise sein Bett auffüllte, sowie in der Krümmungsstelle im Dorfe sich immer mehr verbarricadierte, trat die wilde Flut überall aus ihren Schranken, zerstörte mit unaufhaltsamer Vehemenz alle Vorbauten, erweiterte in Schlangenlinien ihr Bett, theilweise ganz davon abweichend und alles was ihr dabei im Wege stand, mit sich fortreissend. Um 1 Uhr nachmittags wurde die obere festgefügte Brücke fortgespült und stürzte das daneben stehende Futterhaus ein. Damit war das Signal zur nun rasch aufeinanderfolgenden allgemeinen Zerstörung längs des ganzen Laufes der Rienz durch das Dorf gegeben. Als sich alle Abwehr fruchtlos erwies und die ersten Häuser einstürzten, arbeitete die Bevölkerung mit Aufgebot aller Kräfte, ihre Habseligkeiten aus den bedrohten Häusern zu retten.

Doch die verheerende Flut arbeitete sehr rasch und die vorhandenen Rettungskräfte langten meist für so viele gleichzeitig bedrohte Häuser nicht mehr aus. Auch die Bewohner der noch nicht unmittelbar zerstörten Häuser hatte ein panischer Schrecken erfasst, da sich das Gerücht verbreitete, der Toblacher-See sei ausgebrochen und sie begannen zu flüchten. Auf der rechten Seite des Wassers galt nur noch die Kirche für sicher und drängte sich dort alles zusammen.

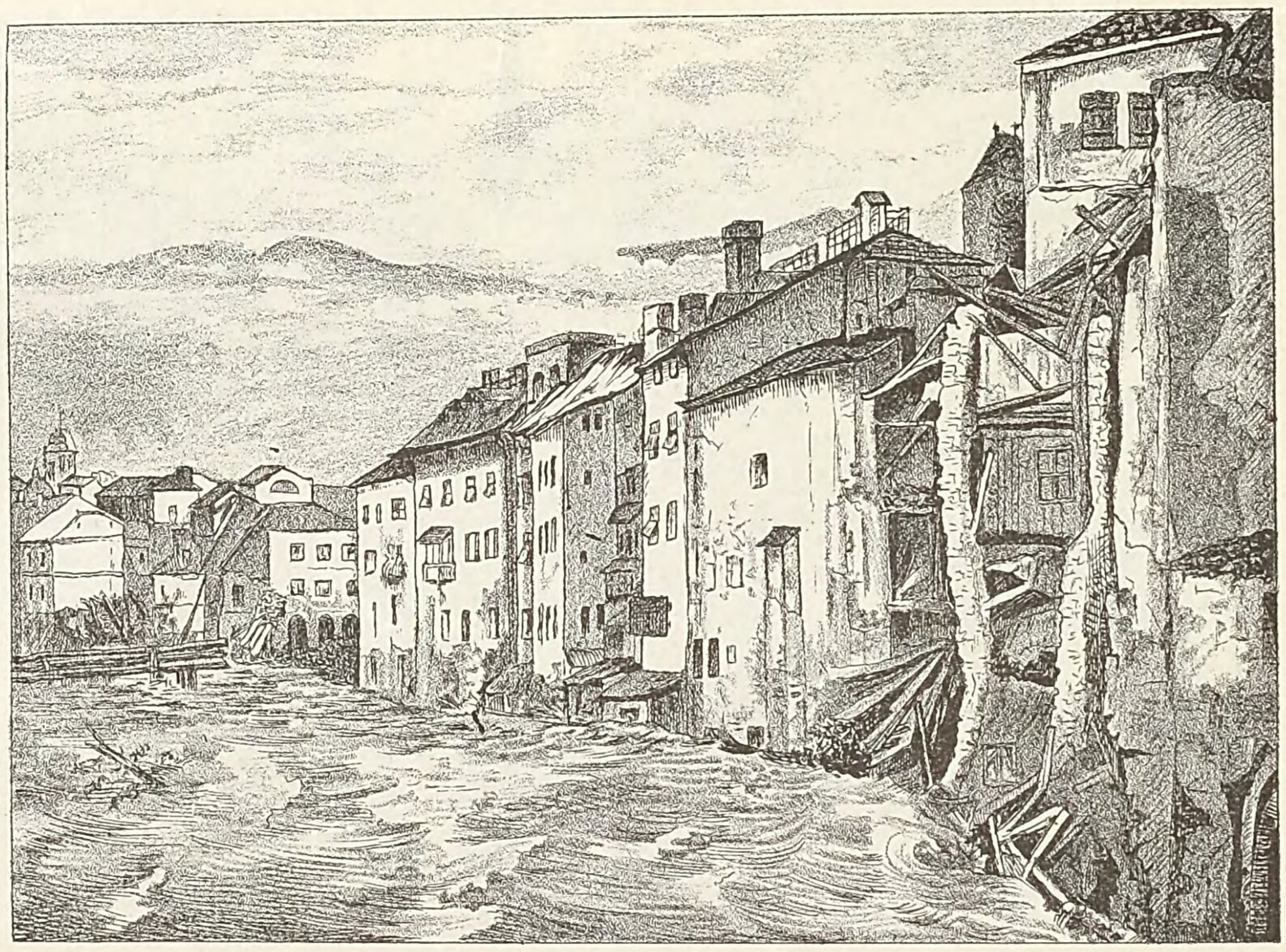
Auf der linken Seite flüchtete man in die höher gelegenen Gebäulichkeiten. Die nahen Felder auf beiderseitigen Berglehnen waren mit Hausgeräthen und Gegenständen aller Art übersäet.

Den ganzen Nachmittag bis nachts dauerte die Zerstörung an und als nach der langen Nacht vom 17. auf den 18., in der noch fortwährend das schauerliche Gekrache der einstürzenden Häuser erdröhnte, der Tag hereinbrach, enthüllte er ein entsetzliches Bild der Zerstörung.

Die Rienz hatte ihren Lauf geändert und verbreitert. Ganze Reihen von Häusern waren theils eingerissen oder gänzlich verschwunden und an ihrer Stelle wälzte sich die schmutzige Flut, welche die Verbindung beider Ortstheile abschnitt.

Im ganzen wurden 20 Häuser ganz und 16 zum Theile zerstört; die meisten der zerstörten Gebäude wurden von der tiefgehenden Flut unterspült, worauf sie in dieselbe stürzen mussten; verschüttet wurde gar kein Haus und nur wenige leicht versandet. Was vom Wasser getroffen wurde, wurde davon auch weggerissen.

Fig. 25.



Ueberschwemmung von Bruneck im Jahre 1882.

Am 18. wehrte man mit verzweifelter Kraft dem weiteren Verderben, wobei sich die Kaiserjäger der 12. Compagnie rühmlichst hervorthaten und ist es ihrer aufopfernden Thätigkeit zu danken, dass die Zerstörung nicht noch grössere Ausdehnung angenommen hat.

Das zweite Hochwasser am 28. October führte die inzwischen errichteten Nothschutzbauten grösstentheils wieder hinweg, ohne jedoch weiteren grösseren Schaden zu verursachen.

Der Gesammtschaden in der Gemeinde Niederndorf belief sich auf 316.000 fl., wovon auf öffentliches Eigenthum 101.000 fl. und 215.000 fl. auf 160 Privatparteien entfallen.

Am härtesten von allen Ortschaften Pusterthals hat aber Welsberg durch die zweimalige Ueberschwemmung im Jahre 1882 gelitten, worüber wir die nachstehende Beschreibung nach Dr. Hell auszugsweise mittheilen: (Fig. 24.)

Das Dorf liegt gleichsam in einer Landzunge zwischen zwei reissenden Wildbächen; es ist vom Gsieser-Bach an der Nord- und Westseite, von der Rienz an der Südseite eingeschlossen, welche beide Bäche sich an der Nordseite unter dem Dorfe in einem spitzen Winkel vereinigen.

So kam es, das die durch mehrtägige ununterbrochene Regengüsse furchtbar angeschwollenen Bäche die Ortschaft gleichsam im Sturme überrumpelten und ein gründliches Zerstörungswerk in kürzester Zeit vollbrachten.

Schon am 15. September waren beide Bäche durch die anhaltenden Regengüsse gefahrdrohend angeschwollen und drohten die Ufer zu überschreiten. Am 16. morgens war die Rienz bereits an mehreren Stellen über das Ufer getreten, die Reichsstrasse und die umliegenden Felder waren überschwemmt. Die sämmtlichen Brücken zum benachbarten Taisten wurden vom Gsieser-Bach, die Verbindungsbrücke zur Eisenbahn von der Rienz weggerissen. Die Verbindung war abgeschnitten und nur den angestrengtesten Bemühungen der Dorfbewohner war es zu danken, dass die Ueberflutung der beiden Bäche über das Dorf in der Nacht vom 16. auf den 17. verhindert worden war; bei nächtlichem Ueberfall würden Hunderte der Bewohner ihr Grab gefunden haben; indessen war nur ein Menschenleben zu beklagen.

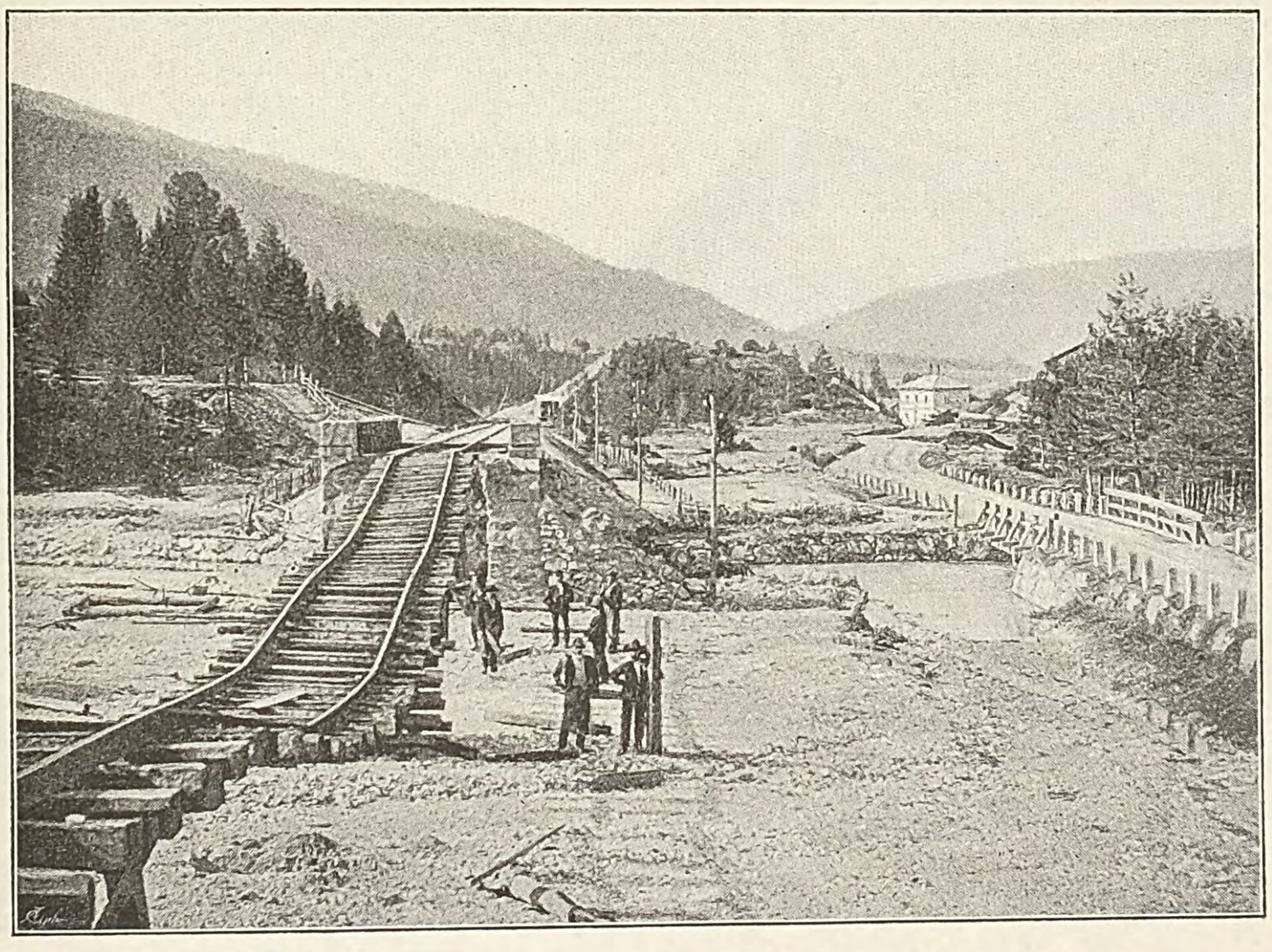
Während der Nacht wurde auch die Verbindung gegen Niederndorf und Bruneck durch das Einstürzen der Brücken über die Rienz und den Pragser-Bach und durch den durchbrochenen Damm der Reichsstrasse unterhalb der grossen steinernen Brücke unterbrochen, so dass am 18. September morgens nur der einzige Ausweg zur Marienkirche am Rain noch übrig blieb; dahin flüchtete in wilder Hast die Einwohnerschaft mit Zurücklassung ihrer Habe, das nackte Leben zu retten; es war die höchste Zeit, denn unmittelbar darauf geschah der Durchbruch der beiden Wildbäche, welche vereint sich zum Herrn der Ortschaft machten und das Werk der Zerstörung ausführten. (Fig. 25.)

Die Verwüstung im Dorfe durch den Gsieser-Bach eine vollständige. Von 76 Häusern, in welchen an 700 Einwohner beherbergt waren, wurden 16 Häuser ganz, 25 halb zerstört, 25 wurden von innen und aussen mit schwerem Gerölle verschüttet, alle übrigen ebenerdig mehr oder weniger verlettet, die Kellerräume vermurrt. Der ganze Boden Welsbergs war eine Wüste; kein grünes Plätzchen blieb übrig und kein einziges Haus ist ganz unversehrt geblieben.

Als endlich drei Wochen nach der Ueberschwemmung das Dorf vom Wasser befreit war, gieng man daran, die zerstörten Häuser thunlichst auszubessern, Schotter abzuräumen, die Verbindungen im Dorfe wieder herzustellen und die eingestürzten Mauern aufzubauen.

Da kam unvermuthet am 28. October die zweite Ueberschwemmung, welche neuerliche grosse Schäden verursachte, namentlich aber fünf neue Häuser und ein berühmtes kunsthistorisch bedeutendes Werk aus dem 15. Jahrhunderte, ein sogenanntes Bildstöckl, auf dem Dorfplatze zum Einsturz brachte. (Fig. 26.)

Fig. 26.



Die Zerstörungen in Welsberg im Jahre 1882.

Der Flächenraum des Dorfes beträgt zusammen 19 Joch an Baufläche, Gärten und Weiden, über welche etwa 120.000 m^3 Schotter abgelagert wurden.

An Culturflächen wurden 168 Joch zerstört, wovon 120 Joch wieder in Stand gesetzt wurden, während 48 Joch nur nothdürftig culturfähig blieben. Der Gesammtschaden von Welsberg belief sich auf 329.047 fl.

Grosse Zerstörungen wurden auch in Bruneck verursacht.[1]

Von der Eisenbahnbrücke unterhalb Percha überblickt man fast das ganze Feld der wühlerischen Thätigkeit, durch welche die Rienz unberechenbare Geschiebemassen an beiden hohen Ufern sich geholt hat, um mit diesen Massen die Fluren in Bruneck zu überdecken.

Mit Bruneck beginnt für den von Franzensfeste Kommenden das eigentliche Verwüstungsgebiet.

Zahlreiche Häuser gelangten hier zum Einsturze, grosse Flächen Culturgründe wurden vom Flusse weggerissen, die Särge des Friedhofes schwammen auf den trüben Wogen dahin. Der Gesammtschaden in Bruneck betrug 429.933 fl. (Fig. 27.)

Der Eisack oberhalb Brixen hatte nur hohen Wasserstand, weshalb alle Verwüstungen zwischen Brixen und der Etsch nur auf Rechnung der Rienz und der hoch angelaufenen Seitenbäche zu setzen sind. Brixen war schon am 16. schwer bedroht und am 17. wurde ein grosser Theil der Stadt überschwemmt und die ganze Thalebene bis Sarns 2 m tief unter Wasser gesetzt. Klausen und Waidbruck wurden vom Eisack überflutet und stark beschädigt.

In dem engen Defilé des Kunsterweges, besonders aber jenseits Atzwang, kamen an der Reichsstrasse so gut wie an der Eisenbahn die grossartigsten Zerstörungen vor: alle Brücken mit alleiniger Ausnahme der Eisenbahnbrücke bei Klausen, etwa 12 an der Zahl wurden fortgerissen, kilometerlange Strecken beider Verkehrswege zerstört und hie und da war die frühere Lage des Bahnkörpers nur aus den in der Luft hängenden Schienen erkennbar. Vor Blumau, am Gallbühel, brauste die Flut nach Zerstörung des Bahndammes durch den Tunnel hindurch.

Die zweite Ueberschwemmung am 28. October erreichte zwar in Tirol nicht jene Höhe, da aber alle Dämme bereits durchrissen waren, so war auch ihre Wirkung eine unverhältnismässig grosse. Hiezu kam noch, dass nach dem September-Hochwasser viele Bauten wieder in Angriff genommen worden

[1] Beschreibung nach Dr. Hibler.

sind, die durch das unvermuthete Einbrechen der October-Hochwässer wieder zerstört wurden.

Die Wiedereröffnung des Eisenbahnverkehres auf der Linie Brixen-Ala konnte erst am 18. December 1882, jene auf der Pusterthaler Linie erst am 25. Februar 1883 erfolgen. Die Linie der Südbahn (Brixen-Borghetto) zählte 62 Unterbrechungen in der Gesammtlänge von 12·4 *km*, worunter 32 Dammbrüche in der Länge von 800 *m*.

Auf der Pusterthaler Linie hingegen waren die Dämme in einer Länge von 5·4 *km* weggerissen, 3·9 *km* wurden mehr oder weniger beschädigt und 0·9 *km* vermurrt. (Sonklar.)

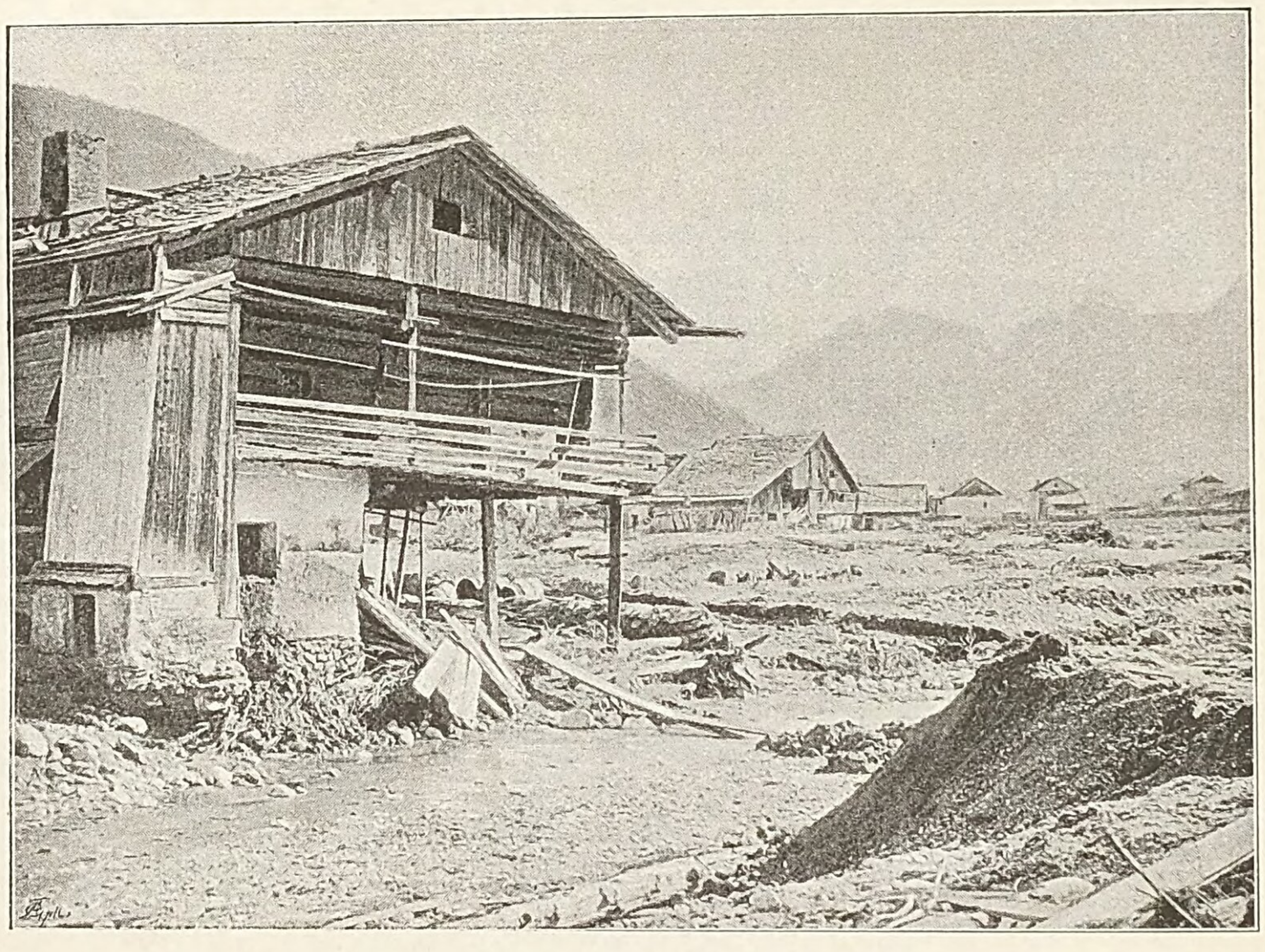
Von grosser Bedeutung waren aber auch die Schäden, welche der Avisio-Bach mit seinen Nebenbächen im Inneren des Thales verursachten.

Im obersten Theile des Avisio-Thales, d. i. im Fassa-Thale, kamen zahlreiche Murrbrüche, Absitzungen u. s. w. vor, welche jedoch zu keiner besonderen Bemerkung an dieser Stelle Anlass geben.

Im mittleren Theile des Avisio-Thales, d. i. im Fleims-Thale, kamen bereits bedeutendere Verheerungen vor.[1]

Besonders beschädigt wurde die Ortschaft Moëna, welche sowohl durch den Avisio- als auch durch den Pellegrino-Bach zu leiden hatte. Der Avisio grub sich ein neues Bett mitten durch den Ort, woselbst er 30 Häuser zerstörte. Unterhalb Moëna verheerte derselbe die anliegenden Felder und Wiesen, die Strasse und die Brücke, wodurch im ganzen ein Schade von 150.000 fl. verursacht wurde. Predazzo, der Hauptort des Fleims-Thales, erlitt durch Zerstörungen, die der Travignolo-Bach an Culturen verursachte, einen Schaden von 60.000 fl. Ferner wurden sechs Sägen, eine Zündhölzchen- und eine Fassfabrik mit einem Mühlengebäude im Gesammtwerte von 16.000 fl. vernichtet. Die Bäche di val Maor und delle Porze richteten Verwüstungen in der Höhe von 26.000 fl. an. Weiters wurden fünf Brücken weggerissen im Werte von 29.000 fl. Castello und Molina erlitten durch Zerstörung von vier Mühlen, Beschädigung von 24 anderen einen Schaden von 20.000 fl., ferners für zerstörte Brücken und Strassen einen weiteren Schaden von 30.000 fl. Von den in der Nähe der Ruthen aufgestapelten Holzvorräthen wurde eine grosse Menge fortgeschwemmt und trug dasselbe zur Verheerung durch Uferbeschädigungen nicht wenig bei.

Fig. 27.



Die Zerstörungen in Innichen im Jahre 1882.

In Valfloriana wurden drei Sägen abgerissen, eine Mühle schwer beschädigt und 600 Grundstücke vermuhrt, wodurch ein Schaden von 21.000 fl. entstand.

Am rechten Ufer beschädigte der Avisio bei Ziano alle Felder in der Thalebene und riss Schutzdämme ganz weg, wodurch er Werte von 60.000 fl. vernichtete. In Panchia fielen dem Elemente zwei Häuser und eine Schmiede zum Opfer, wobei ein Schaden von 18.000 fl. resultierte. Die starke Steinbrücke über den Avisio wurde auch vom Wasser weggetragen. Bei Tessero kamen die Avisio-Dämme theils zum Einsturz, theils wurden dieselben von Kies überlagert und die Felder längs des Baches von denselben verheert oder weggeschwemmt. Der Schaden beläuft sich hier auf 20.000 fl.

Der Stava-Bach versandete und entführte eine Unzahl von Wiesen und brachte fünf Häuser und eine Schmiede zum Einsturze, wodurch er einen Gesammtschaden von 50.000 fl. hervorrief.

Bei Cavalese und Masi wurde die Ebene längs des Avisio in eine unfruchtbare Sandwüste verwandelt. Der Schaden an Feldern und Wiesen belief sich auf 49.000 fl.

Der Schaden, welcher der Gemeinde durch das Zerstören von Brücken und Beschädigung der Strassen verursacht wurde, betrug 37.000 fl. Auch in Forno wurden grosse Verwüstungen und hiedurch ein Schaden von über 20.000 fl. angerichtet.

Von Moëna bis Valfloriana floss der Avisio, seiner Dämme beraubt, zügellos dahin, auf allen Seiten die Ufer angreifend.

Der unterste Theil des Avisio-Thales ist das Cembra-Thal (Zimmer-Thal), welches von Valfloriana bis Lavis sich noch sieben Stunden erstreckt.

Die Verheerungen in diesem Thale wären noch bedeutender gewesen, wenn nicht der günstige Umstand vorliegen würde, dass die Gebäude im allgemeinen in beträchtlicher Höhe über dem Avisio liegen, und nur dort, wo sich das Thal ein wenig erweitert, an den am Ufer befindlichen kleinen Wiesen vereinzelte Häuser stehen.

Die Gemeinden am rechten Ufer: Grauno, Grumes, Valda, Faver, Cembra, Lisignano, Ceola und Verla erlitten nur relativ geringen Schaden. Hieran ist auch das geringere Anschwellen der Bäche der rechten Uferseite schuld, die nicht jenes grosse Contingent Wasser lieferten, als jene des linken Ufers. Die Brücken über den Avisio wurden bis auf die von Segonzano abgerissen. Die Strasse zwischen Cembra und Lisignano wurde durchbrochen, die Wiesen längs des Baches vollständig versandet und mehrere auf den Gründen dieser Gemeinden befindliche Gebäude zum Einsturz gebracht.

[1] Bericht Prof. Seckendorff's, Wien 1884, über die Reise Sr. Exc. des Herrn k. k. Ackerbau-Ministers Julius Grafen von Falkenhayn nach Südfrankreich, Tirol und Kärnten.

Den meisten Schaden haben jedoch die Gemeinden Sover und Segonzano aufzuweisen, in welchen ausser dem Avisio noch dessen zwei grösste Zuflüsse, die Regnana und der Rio di Brusago wütheten.

In der Gemeinde Sover wurde durch das Abreissen der Brücke der Verkehr zwischen dem Cembra- und dem Pinè-Thal vollständig aufgehoben. Längs der Strasse von Brusago, welche von verschiedenen Bächen unterbrochen wird, fanden Erdabsitzungen statt und öffneten sich neben dem Bache Erdrisse und Spalten.

Die Fraction Maso dei fondi, woselbst drei Familien wohnten, wurde von der verheerenden Flut ganz weggeschwemmt.

Bei der Ortschaft Sover fand ein grosser Absturz statt. Unterhalb der Ortschaft wurden fünf Mühlen, eine Schneide und eine Walkmühle zerstört. Der Brusago brachte den Avisio, der dort ein sehr enges Bett hat, zum Ueberfluten von Wiesen und Aeckern, welche vollständig mit Kies und Schutt bedeckt wurden.

Der hiedurch verursachte Schaden belief sich auf 120.000 fl. In Segonzano belief sich der Schaden auf 21.000 fl. Die Brücke zwischen Segonzano und Faser war die einzige stehen gebliebene Brücke im ganzen Fleims-Thale. Die Fraction Piazzo verlor zehn Häuser, welche am Rande eines gegen den Regnana-Bach abfallenden Abgrundes lagen, indem dieselben in die mehr als 50 *m* tiefe Schlucht hinabsanken.

Unterhalb Piazzo wurden vier Mühlen abgerissen. Der Gesammtschade der Gemeinde Segonzano bezifferte sich auf 110.000 fl.

In der Gemeinde Bedol nahmen die Verheerungen des Regnana-Baches wahrhaft schreckliche Dimensionen an. In der Fraction Regnana zerstörte er im Hauptorte zwei Mühlen und schuf am tiefsten Theile eine 60 *m* breite und 15 bis 20 *m* tiefe Schlucht, in welche nach und nach fünf Mühlen, zwei Sägen, viele Gebäude und sogar ein Theil des Gemeindehauses abstürzten. Die Strasse zwischen Varda und Bedol wurde arg beschädigt, die Brücke zerstört.

Der Regnana-Bach füllte den ganzen Grund des Thales zwischen Bedol und Spiazzo auf eine Breite von 30 bis 150 *m* mit Erd- und Steinmassen.

Oberhalb Brusago wurde die von vier Familien bewohnte Fraction Salare ganz zerstört. Häuser, Mühlen und Sägen fielen in Brusago zum Opfer, wo sich der Bach ein ganz neues Bett grub.

Die Strasse zwischen Brusago und Sover wurde zerstört. Die Gemeinde Bedol erlitt einen Schaden von 140.000 fl.

Was schliesslich die im ganzen unbedeutenden Beschädigungen der erst im Baubeginne begriffenen Avisio-Sperre anbelangt, so werden dieselben bei der Behandlung dieser Thalsperre näher angeführt werden. Nur die äusserst solide Construction ist wohl die Ursache, dass ein derartiger ganz unfertiger Bau den grossartigen Hochfluten mit so gutem Erfolg zu widerstehen vermochte, woraus für deren künftigen Bestand, eine sorgliche Instandhaltung vorausgesetzt, mit Recht eine günstige Prognose gestellt werden kann.

Ebenso bedeutende Schäden als im Avisio-Thale wurden verhältnismässig auch in anderen kleineren Bächen angerichtet.

Im oberen Fersina-Thale fanden grosse Erdbrüche statt, wodurch das Bachbett an vielen Stellen höher stand als die Häuser.[1] Das Dorf Canezza wurde nur durch den Heldenmuth der Einwohner gerettet. Die alte Thalsperre bei Cantanghel, welche aus früheren Decennien stammend, lediglich in Trockenmauerwerk ausgeführt war, wurde im unteren Theile durchbrochen, wodurch das ganze hinterfüllte Materiale sich plötzlich in den unteren Fersina ergoss. Hierüber wird gelegentlich der ausführlichen Behandlung dieser Sperre das Nähere angeführt werden.

[1] Riflessioni e proposte della Società degli Alpinisti Tridentini sulla questione degli imboschimenti.

Die grosse Thalsperre von Pont' alto ober Trient, sowie die Cornicchio-Sperre hielten vollkommen Stand.

Aber auch andere kleinere Bäche, so die Roggia di Ravina, der Rio di Romagnano, der Matarello-Bach, die Saluga, der Vela, der Gola (Ross-Bach) bei Calliano, welche aus dolomitischen Formationen entstammen und ungeheuere Massen jener kleinen nuss- bis eigrossen Abbröckelungen, die sich durch Verwitterung am Fusse der Kalkwände sammeln, plötzlich in das Thal brachten, gefährdeten die in der Nähe gelegenen Ortschaften und verwüsteten ausgedehnte Culturen.

Die behördlich gepflogenen Erhebungen ergaben im ganzen eine Schadensziffer von 25,000.000 Gulden, wovon auf das Etsch-Gebiet nicht viel weniger als 15 bis 20,000.000 fl. entfallen dürften.

Hiebei sind nur grössere Schäden berücksichtigt.

Betrachtet man das Bild der angerichteten Verwüstung und bedenkt, dass dies alles in wenigen Stunden geschehen konnte, so wird man sich erst des Umfanges des Elends bewusst, dem die schwergeprüften Alpenländer in Hinkunft noch entgegen gehen.

28. Capitel.

Die Ueberschwemmungen nach dem Jahre 1882.

Kaum waren die Schäden des Jahres 1882 zum Theile saniert, als schon im Jahre 1885 eine neue Ueberschwemmung über das Etsch-Thal hereinbrach, welche Wasserstände erzeugte, die an vielen Strecken selbst diejenigen vom Jahre 1882 noch bedeutend überstiegen. In diesem Jahre trafen, wie dies so oft geschieht, zwei Ueberschwemmungen ein und zwar die erste in den Tagen vom 27. bis zum 29. September, die zweite am 16. October 1885. Diese Hochwässer trafen die im Zuge befindlichen Etsch-Regulierungsbauten in unfertigem Zustande, daher weder ein Schutz des Thales vor Ueberschwemmungen, noch die volle Standfestigkeit der Bauten selbst erwartet werden konnte. Nichts destoweniger haben sich schon im Jahre 1885, namentlich an Flusstrecken, wo die Regulierungswerke schon auf grössere Längen zusammenhängend ausgeführt waren, bedeutende Vortheile der Regulierung gezeigt.

Die Pegelablesungen haben ergeben[1], dass das Hochwasser in der Nacht des 28. September seinen höchsten Stand erreichte und zwar eine Höhe, die in der I. Regulierungs-Section, das ist in der Strecke von Meran bis Bozen, jener im Jahre 1882 gleichkam. Trotz diesem enormen Hochwasser waren die Schäden in dieser I. Etsch-Section von kaum nennenswerter Bedeutung und beschränkten sich, mit Ausnahme eines kurzen Einrisses von 40 *m* Länge an dem frisch angeschütteten rechtsseitigen Uferdamm am Ende des Terlauer Durchstiches und einer Durchdrückung des 80 *cm* hohen Binnendämmchens am linken Ufer des alten Gargazoner Etsch-Bettes, nur auf die bei jedem grösseren Hochwasser vorkommenden, in der Natur der Sache liegenden, diversen Beschädigungen an den frischen oder nur theilweise verwachsenen Dammböschungen, Vorländern und Verlandungsbauten.

[1] Bericht der k. k. Etsch-Bauleitung in Bozen vom 1. October 1885 Nr. 878, an den Tiroler Landesausschuss.

Es lässt sich daher nicht leugnen, dass sich die Regulierungsbauten dieser I. Section im grossen und ganzen bewährt haben, wenn es auch selbstversätndlich nicht an irregeleiteten Stimmen fehlte, welche die öffentliche Meinung gegen das so segensreiche Unternehmen der Etsch-Regulierung aufzureizen sich bestrebten.

Wollte man von dem durchgedrückten ca. 40 *m* langen Dammstück am Ende des Terlaner Durchstiches, dessen Wiederabschluss nur 400 bis 500 fl. kostete, auf ungenügende Bauten schliessen, so würde dies nur mit Verkennung aller thatsächlichen Verhältnisse geschehen können.

Das fragliche Dammstück war eben erst vor einigen Monaten als letzte Arbeit fertig geworden, somit noch nicht consolidiert und erst spärlich verwachsen, daher es wohl nicht zu verwundern war, dass es in Anbetracht dessen, sowie rücksichtlich des leichten erdigen Materiales erweicht und herausgedrückt werden konnte; aber auch dieser Schade wäre leicht zu verhüten gewesen, wenn die vielen mit Holzauffangen an der Terlaner Brücke beschäftigt gewesenen Ortsbewohner der Aufforderung, bei den Wehrarbeiten daselbst mitzuhelfen, Folge geleistet hätten; so musste man erst in der Ortschaft Arbeiter suchen, welche zu spät eintrafen.

Die Beschädigung des Binnendammes in Gargazon ist auf die stark zugeströmten Giessen und Bergwässer zurückzuführen, die wegen Abschluss der Dammschleusse gegen Hochwasser nicht herauskonnten und deshalb das Binnendämmchen durchbrachen. Dieser Fall hat sich bei jedem grösseren Sommer-Hochwasser ereignet und kann die diesbezügliche Abhilfe erst durch die Regulierung des Vilpianer Giessens geschaffen werden.

In der neutralen Section hat der Etsch-Fluss an sämmtlichen Regulierungsarbeiten nur unbedeutende Schäden verursacht, welche einzig nur auf die Angriffe der Hochwässer auf die frisch angeschütteten Dämme zurückzuführen sind. Nur im untersten Gebiete dieser Section, wo die Etsch infolge des Rückstaues der Gmunder Eisenbahnbrücke bei jedem Hochwasser in die uneingedämmten Liegenschaften trat, hat das Wasser einige Traversen beschädigt.

Hier war auch begreiflicherweise die grösste Inundation, und reichte dieselbe auf etwa 3 *km* aufwärts nächst der Station Auer bis zur Unterbauhöhe des Bahnkörpers.

Es hätte übrigens nur noch eines kleinen Steigens des Wassers um 20 *cm* bedurft, um die Ueberschwemmung des ganzen Etsch-Thales von Branzoll bis Gmund zu verursachen. An einzelnen Stellen haben auch bereits die Wellen über die Dammkrone geschlagen und konnten nur durch die angestrengtesten Wehrarbeiten zurückgehalten werden.

In der II. Section, das ist in der Strecke von Gmund bis zur Eisenbahnbrücke von St. Michele, erfolgten zwei Einbrüche. Das Wasser ergoss sich am rechten Ufer, floss längs des Eisenbahndammes und durchbrach denselben oberhalb Kurtinig. Der Hauptstrom ist hiebei im neuen Flussbette geblieben und nur das Wasser aus dem alten Flussbette strömte über die Ufergelände.

Nebst diesem Hauptschaden wurden aber auch die Leitwerke der Durchstiche, sowohl bei Mitterling als bei St. Florian, stark angegriffen und die Köpfe derselben zerstört. Beim Salurner Durchstich wurde überdies ein 40 *m* langes Dammstück zunächst unterhalb des Kopfes weggerissen.

An den Stellen, wo die neuen Dämme durch die alten Flussbette gehen und rückwärts vom Stauwasser bespült werden, wurden sie auch durch letzteres theilweise beschädigt.

Das Wasser des Durchbruches im alten Etsch-Bette bei St. Florian floss anfangs bis zum Salurner Durchstiche, setzte daselbst alles unter Wasser, zerstörte die Magazinbaracke der Unternehmung und verführte die Rollwägen in die Feldungen.

In der III. Section, das ist in der Strecke von der Eisenbahnbrücke von St. Michele bis Sacco, hob sich am 28. September infolge starker Regengüsse der Wasserspiegel der Etsch sehr rasch und erreichte folgende Höhen: Am Pegel bei Nave 3·80 *m*, bei Roncafort 3·90 *m*, bei Trient 4·15 *m*, bei Matarello 4·10 *m*, bei Calliano 3·85 *m* und bei Villa 3·70 *m*.

Es fanden Uferanbrüche und andere Beschädigungen statt; Dammbrüche waren jedoch nicht zu beklagen, so dass sich der Fluss innerhalb der Dämme erhielt, wenn auch stellenweise von den Dammkronen nur um 30 *cm* überragt.

Die Hauptschäden waren an den im Bau begriffenen Bauten zwischen Acquaviva und im Durchstiche Calliano-Besenello.

Die Ortschaft Nave St. Rocco wurde mit Aufgebot aller Energie vor der sonst unausbleiblichen Ueberschwemmung gerettet. Oberhalb Trient fanden an vielen Stellen starke Sickerungen statt.

Das Hochwasser bewirkte eine Flussbetts-Eintiefung zwischen den Einmündungen des Fersina und des Rio Secco und eine Aufhöhung vom Sectionsanfang bis zur Avisio-Mündung, das ist in den Strecken, in denen die Regulierungsarbeiten noch nicht in Angriff genommen waren.

Im ganzen verblieb das Hochwasser bloss 50 *cm* tiefer als dasjenige vom Jahre 1882, was dadurch erklärt werden muss, dass das Wasser diesmal in der III. Section ganz im Flussbette verblieb, während im Jahre 1882 infolge der zahlreichen Dammbrüche das ganze Etsch-Thal überschwemmt und daher der Hochwasserspiegel gesenkt wurde.

Kaum waren die ersten Arbeiten zur Behebung der Elementarschäden des erwähnten Hochwassers vom September 1885 in Angriff genommen, als schon am 15. und 16. October desselben Jahres ein neuerliches verheerendes Hochwasser einbrach. Die Pegelstände überschritten an manchen Stellen diejenigen des Jahres 1882.[1]

In Brixen erfolgte der Einsturz der rechtsseitigen Rienz-Ufermauer am Separationswerke, wodurch eine theilweise Ueberschwemmung der Thalsohle zwischen Brixen und Klausen verursacht wurde.

Die Reichsstrasse zwischen Brixen und Bozen wurde stellenweise an den Grundbauten und Taluspflasterungen beschädigt, ohne dass jedoch der Verkehr in dieser Strecke unterbrochen worden wäre.

Am Liesen- (Lasanken-), Afferer-, Villnöfer-, Grödener- und Tierser-Wildbache haben starke Murrgänge stattgefunden. Die an diesen Wildbächen ausgeführten Bauten wurden theilweise beschädigt.

In der I. Etsch-Regulierungs-Section, also in der Strecke Bozen-Meran blieb das Separationswerk an der Eisack-Mündung vollkommen intact. In dieser Strecke kamen mehrfache Brüche an den Uferbauten längs des Eisack, der Talfer und der Etsch vor.

Die Binnendämme am Sinnach und bei Gargazon sind theilweise durchgebrochen.

Die rechtsseitigen Etsch-Dammbrüche bei Terlan und Vilpian waren von keiner besonderen Bedeutung, hingegen wurde der linksseitige Etsch- und Bahndamm bei Vilpian zweimal und bei Gargazon einmal durchbrochen. Die Dammbrüche

[1] Bericht der Etsch-Bauleitung in Bozen vom 17. October 1885, Nr. 937, an den Landesausschuss. — Bericht der k. k. Oberbauräthe Indra und Feder vom 21. October 1885 an die k. k. Statthalterei in Innsbruck.

bei Vilpian wurden durch das Inundationswasser, jener bei Gargazon durch die Ueberströmung der Etsch verursacht.

Die Reichsstrasse von Bozen nach Meran blieb unbeschädigt.

An den Wildbächen Vilpian, Gargazon, Sinnach, Falschauer, insbesondere aber an der Passer haben starke Murrgänge stattgefunden.

An der Passer-Mündung wurde die linksseitige Ufermauer beschädigt.

Zur Verhütung grösserer Schäden wurden in dieser Section sofort Versicherungen der Dammbrüche und der Auskolkungen im Vorlande und an den Dammböschungen vorgenommen.

Von Seiten der Bozen-Meraner Bahn wurde im Einvernehmen mit der Etsch-Bauleitung die Schliessung der linksseitigen Dammbrüche bei Vilpian und Gargazon in Angriff genommen, wozu der Etsch-Regulierungsfond vertragsmässig die halben Kosten beigetragen hat.

In der neutralen Section fand ein grosser linksseitiger Etsch-Durchbruch im alten Damme oberhalb der Branzoller Lände statt, wobei eine grosse Grundfläche verschüttet, der Leiferer Abzugsgraben verschlämmt, der Bahndamm durchrissen und die Eisenbahn-Zufahrtsstrasse Branzoll-Auer beschädigt wurde.

Weiter abwärts fanden links mehrfache Brüche an alten Inundationsdämmen und Uferrisse oberhalb der Gmundner Eisenbahnbrücke mit Ueberschüttung der Liegenschaften bis zum Bahndamme statt.

Der Bahndamm wurde überdies durch Inundationswässer mehrfach geschädigt.

Am rechten Ufer fand in der neutralen Section ein Ausbruch bei Tachi statt, wobei grosse Grundflächen überschüttet worden sind.

Grosse Schäden verursachte dieses Hochwasser auch in der II. Section (Auer-St. Michele).[1] Die Schäden waren folgende:

Zwei Etsch-Ausbrüche im linksseitigen alten Damme bei Auer mit Ueberschlämmung der angrenzenden Liegenschaften, Ueberflutung des linksseitigen nicht eingedämmten Ufers bei Sperangoli unterhalb Auer, Ueberschüttung der Reichsstrasse und Verkehrsunterbrechung; Beschädigung des rechtsseitigen Leitwerkes unterhalb der Neumarkter Brücke, Zerstörung des linksseitigen Abschlusswerkes sammt Dammköpfen am Beginn des Mitterlinger Durchstiches und Ueberschotterung des Binnenlandes; weiter abwärts zwei linksseitige Dammbrüche durch Inundationswasser und Etsch-Ausbruch am gegenüberliegenden rechten Ufer mit Ueberschotterung der Gründe bis zur Bahn; Schädigung des rechtsseitigen Abschlusswerkes am Beginn des Florianer Durchstiches sammt Dammköpfen und dadurch veranlasster rechtsseitiger Ausbruch der Etsch am Ende der Serpentine im alten Etsch-Bette, Ueberschüttung der Thalgründe bis zum Bahnkörper, Durchbruch desselben, ausgedehnte Inundation der Moosgründe bis Deutsch-Metz und mehrfache Schädigung des Bahnkörpers. Der Auerer- und Viller-Bach brachen aus und führten viel Sand und Gerölle.

In der III. Etsch-Section (St. Michele-Sacco) wurden durch das October-Hochwasser des Jahres 1885 nachstehende Schäden verursacht:

Grosser Etsch-Ausbruch am rechtsufrigen alten Binnendamm oberhalb Nave St. Rocco, Ueberflutung und Versandung der Liegenschaften bis zur Noce-Mündung, sowie der Strasse nach Mezzolombardo.

Linksseitiger Etsch-Ausbruch bei Rosta Tonnera unterhalb der Avisio-Mündung, Verschlämmung des Campo Trentino; linksseitiger Etsch-Ausbruch oberhalb des Centa-Durchstiches bei Trient mit Ueberschlämmung der angrenzenden Grundstücke, sowie mehrere kleinere Beschädigungen bei Nave, bei der Noce-Mündung, bei Vela und Trient.

Der Avisio-Bach führte bedeutendes Hochwasser, wodurch unterhalb der Sperre eine starke Materialführung entstand und das linksseitige Archenende beschädigt wurde.

Weiters wurde verursacht die Verschüttung und Verschlämmung der linksseitigen Thalgründe bei Gardolo, der Durchbruch des Querdammes bei Spin und des Bockbaues am rechtsseitigen Avisio-Ufer.

Die Thalsperrenbauten am Avisio und an der Fersina blieben intact, doch wurde die Materialbahn bei der Avisio-Sperre fortgerissen.

Unterhalb Trient sind folgende Beschädigungen zu verzeichnen gewesen:

Kleine Schäden an den Schleussen in den Durchstichen von Lidorno, Ischia Perotti, an den Uferwerken der Etsch-Strecke Acquaviva-Besenello, sowie ein rechtsseitiger Etsch-Ausbruch in die Niederung von Aldeno bei der Ischia Moll, weiters mehrfache Einrisse in alten Uferwerken bei Nomi, Chiusole und Villa. Die Wildbäche Ross-Bach und Leno führten bedeutende Hochwässer und Materialmengen. Am Leno di Terragnolo wurde der Ort St. Niccolò stark bedroht.

Die Thalsperren am Ross-Bach und Leno blieben intact.

Die Kosten der Elementarbauten zur Behebung dieser durch die September- und October-Hochwässer des Jahres 1885 verursachten Schäden betrugen in der I. Section . 61.200 fl.

in der neutralen Strecke	97.300 fl.
in der II. Section	95.400 fl.
und in der III. Section	152.000 fl.
daher im ganzen . .	405.900 fl.

Eine neue gewaltige Wasserkatastrophe suchte das Etsch-Thal im September des Jahres 1888 heim.

Was die Wirkungen dieses neuen Hochwassers, welches durch das Zusammentreffen mehrtägigen warmen Regens und des durch die sciroccalen Wetterverhältnisse verursachten raschen Abschmelzens der im Hochgebirge aufgestapelten enormen Schneemassen und der Gletscher dem Hochwasser im Jahre 1882 gleichkam, anbelangt, so lässt sich im allgemeinen aussprechen, dass die nahezu vollendete Section I keinen Schaden erlitt, die Section I/a infolge erzielter Herstellung der Inundationsdämme mit gutem grobsteinigen Bergmateriale nur im untersten Theile, wo die Dammarbeit im Zuge stand und die Gmunder Brücke ihre bekannte Stauwirkung äusserte, ganz unbedeutend in Mitleidenschaft gezogen wurde, die II. Section endlich durch die Unfertigkeit ihrer Altbett-Abschlüsse bei Neumarkt und Margreid und die noch unerhöhten alten Dämme unterhalb Salurn, etwas empfindlicher vom Hochwasser litt.

Am schwersten wurde selbstverständlich die III. Section getroffen, wo infolge der noch weit zurückgebliebenen Etsch-Regulierungsaction, besonders oberhalb Trient, die Schutzlosigkeit gegen derlei Hochfluten jetzt bei fortschreitender Vollendung in den 3 obern Sectionen sich umso fühlbarer geltend macht. Es findet hier an allen Orten, wo noch die Dämme in ihrer unzureichenden Höhe existieren (zu enge Profile) und Stau-Objecte (Lorenzo-Brücke) die Hebung des ohnedies auf die äusserste Höhe getriebenen Wasserspiegels förderten, eine bordvolle Wasserabfuhr und an den niedersten Dammstellen eine Ueberflutung der Dämme statt, welche schliesslich an vielen Orten zum Bruche führen musste. Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, dass der wenig Gefälle besitzende, unter dem Rückstau des Avisio-Schuttkegels stehende, mit zu breitem Profile, zu niedrigen Dämmen und einer ganzen Reihe unregelmässiger, zur Weiterbeförderung des Geschiebes nicht

[1] Telegramm der k. k. Oberbauräthe Indra und Feder vom 23. October 1885 an die k. k. Statthalterei in Innsbruck.

geeigneter Flusstellen ausgestattete oberste Theil der III. Section (I. und II. Los) vom Wasser am meisten heimgesucht wurde, und die alten Dämme dort eine bedeutende Zahl von Durchbrüchen erhielten.

Nach dieser allgemeinen Darstellung möge eine sectionsweise Betrachtung in detaillierter Weise und mit approximativer Angabe der Schäden, sowie der Wehrkosten folgen.

I. Section.

Die Arbeiten in dieser Section sollten programmässig im Jahre 1888 schliessen, es war jedoch bei allem Fleisse theils aus technischen, theils aber aus Rücksichten auf die vorherige administrative Regelung aller Vorfragen vor Baubeginn nicht möglich alle Arbeiten zum Schlusse zu bringen.

Die Arbeiten am Hauptstrom konnten des beständigen hohen Sommerwassers wegen nur mit äusserster Energie auf einen befriedigenden Stand gebracht, aber nicht gänzlich bezwungen werden.

Daraus resultiert im Moment des grössten Hochganges der Etsch selbstverständlich eine gewisse Besorgnis und an 2 Punkten (Sigmundskroner Pegel 3·75 *m* über Null, 1885 nur 3·15 *m*) eine factische Gefahr, die nur durch angestrengtestes Wehren behoben wurde. Diese bedrohten 2 Punkte waren: 1. beim Josefinischen Damm oberhalb der Bahnstation Sigmundskron, wo die im Präliminar 1888, Post-Nr. 7, beantragte Erhöhung von ca. 70 *cm* noch aussteht, aus Ursachen nicht geregelten, äusserst verworrenen Besitz- und Eigenthums-Verhältnissen; 2. bei der Gargazoner Brücke, deren Hebung allerdings erfolgen muss, weil das Wasser gestaut und zum gefährlichen Angreifen des Dammes veranlasst wird, wo aber gleichfalls die Streitfrage wegen der Verschalung und die Eigenthumsfrage die Hemmnisse bilden.

Die Bauten der I. Section hielten also Stand und fanden nur an den ganz neuen Dämmen unterhalb der Schoberbrücke leichte Beschädigungen statt, so dass inclusive der noch nicht ersichtlichen, stellenweise zu erwartenden Reparatur an Steinbauten, Traversen der Betrag von 4300 fl.
als die beiläufige Schadenziffer gelten kann; dazu
an Wehr- und Schutzarbeit 1130 fl.
zusammen . . 5430 fl.
deren Bedeckung aus den vorgesehenen Erhaltungsgeldern vollzogen wurde.

I/a. Section.

Der höchste Wasserstand am Pfattner Pegel betrug 5·0 *m*, gegenüber einem Stande von 4·5 *m* vom Jahre 1885 und 4·7 *m* vom Jahre 1882.

Die erst im vorigen Jahre hergestellten Dämme aus sehr steinigem Materiale zeigten lebhafte Durchsickerung, was bei der Tiefe des Uferterrains und bei dem stellenweisen förmlichen Durchströmen zur Entwicklung einer ausgedehnten, Tag und Nacht fortgesetzten Wehrarbeit auf der ganzen, 11 *km* langen Strecke führte. Die schwache Stelle bei der Stockgiessen-Mündung war durch die im Sommer trotz hoher Wasserstände energisch geförderten Leitwerksarbeiten unmittelbar oberhalb geschützt. Die Pfattner Gemeindebrücke, deren Hebung erst erfolgen muss, gerieth in hohe Gefahr und musste abgedielt werden, bis endlich beim höchsten Stande die 2 linksseitigen Felder mit 1 Joche vom Strome abgerissen wurden; es gelang den Rest zu erhalten und so untere Brücken und Bauten vor Zerstörung zu bewahren.

Im untersten Theil der Section bei Piglon, wo ein in Anschüttung begriffener Damm von den Hochfluten überrascht wurde, bildete sich ein seichter Einbruch am linken Ufer, der jedoch belanglos war; die von der Gmundner Brücke gestauten, über die dort dammlosen Ufer tretenden, auch vor der Branzoller Grabenmündung weit ins tiefe Binnenland rücktretenden Gewässer überspülten den Eisenbahndamm vor der Station Auer und bewirkten eine Blosslegung des Oberbaues.

Die grösste Beschädigung erlitten die alten, seinerzeit von den Gemeinden hergestellten Uferwerke, deren Schutz durch vorgelegte Steinwürfe, dann Leitwerke mit Traversen erst geschaffen werden soll, und welche, damit fortschreitend, eine Ausbesserung erfahren sollen. Der approximative Gesammtschaden inclusive der etwa an schon ausgeführten Leitwerken nöthig fallenden Reparaturen wird auf 9000 fl.
veranschlagt und beträgt mit Hinzurechnung der
hier nach Vorgesagtem umfangreichen, naturgemäss
sehr hoch erlaufenen Wehr- und Schutzarbeit per . 5300 fl.
das Elementarerfordernis 14.300 fl.

Auch einzelne Verstärkungen der hohen Dämme durch Rückenbermen, um der Sickerung ehestens jeden gefährlichen Charakter zu benehmen und sonstige wünschenswerte Vervollkommnungen der Bauten lassen sich aus dem Credite anstandslos bestreiten.

II. Section.

In dieser Section, welche, bezüglich des Hauptflusses, schon ziemlich nahe der Vollendung entgegengeht, kamen an den Dämmen der Altarme mehrere Einrisse vor, von denen besonders der bei der Bahnstation Margreid am rechten Ufer eine Länge von 100 *m* und dabei eine Tiefe fast bis zur Flussohle erreichte, so dass er für die Bahn verhängnisvoll wurde und dieselbe ebenfalls durchbrach. Der Dammriss befindet sich nahezu an der gleichen Stelle wie im Jahre 1885 und fiel auch der Bahndamm dem entfesselten Elemente an der gleichen Stelle wie im Jahre 1885 zum Opfer; das hier bis wenige Tage vor dieser Katastrophe bestandene Holzprovisorium der Bahn, von welchem die Piloten sich noch vorfanden, erlaubte die rasche Herstellung des Bahnverkehrs.

Bei den knappen Mitteln der Section II und bei der grossen Ausdehnung, der vom Mitterlinger und Florianer Durchstiche abgebauten Altdämme wurde letzterer eine gewisse Erhöhung und Verstärkung, aber nicht in jenem Maasse zu theil, als es die Hochwässer erfordert hätten, zudem trat das Wasser in die schon stark verlandeten Altbette massenhaft ein, staute sich an den Traversen in dem Altarme und den am linken Ufer zur Sicherheit des unteren Binnenlandes bestehenden Traversen, trat dadurch über die Krone der Altdämme zuerst bei Neumarkt im Mitterling und brach dieselben nach Ueberflutung an 5 Stellen durch, ohne dass diese Brüche eine grössere Ausdehnung gewannen. Gleichwohl drang das Wasser in dem tiefliegenden Terrain aufwärts bis in den Ort Neumarkt und abwärts bis Laag, wo es durch seinen Rückfluss in das Hauptbett zur Stauung und zur Ueberflutung des Altdammes bei Margreid mithalf.

Ober Neumarkt, also im Beginn der Section II, konnte der am linken Ufer bei Auer bestehende, niedrige und sehr schwache Damm (Krone 0·5 *m*) ebenfalls keinen Widerstand leisten und wurde das Terrain, welches im Bereiche des noch nicht begonnenen Auerer Durchstiches liegt, überschwemmt.

Bei Salurn drohte zwar auch der neue Durchstichsdamm am linken Ufer durch eine Grundunterspülung und dadurch hervorgerufene rasche Einsenkung zu brechen; der sofort eingeleitete Schluss mit Sandsäcken und Steinen beschwor jedoch diese Gefahr und fanden unterhalb Salurn bis gegen Cadino hin, in den noch nicht aufgehöhlten linksseitigen Dämmen, durch das hohe Wasser einerseits und den Rückstau im Porzengraben andererseits, ferner am Auslaufe des Salurner Durchstiches beim Galgenbichel in dem Damm im Altbette, zusammen

4 Einbrüche von nicht bedeutender Grösse (10—35 *m* lang) und mehrere Beschädigungen an Dammkronen, Pflasterungen, Traversen etc. statt. Die Altdämme, wo sie von leichtem Material hergestellt und ziemlich hoch sind, zeigten übrigens an vielen Stellen während des Etsch-Hochstandes Sickerungen, deren Behebung auch erfolgen muss, wenn man sicher sein soll.

Zu erwähnen wäre noch, dass eine dem Fonde gehörige Transportbrücke über die Etsch von den Fluten zerstört wurde. Beim Masetto-Durchstiche, dessen Erweiterung in Arbeit sich befand, trat das Wasser zwar über die zu niedrigen alten Dämme, konnte aber den aus sehr gutem Bergmateriale angeschütteten und auf kaum halbe Höhe gebrachten neuen Dämmen trotz der Ueberflutung nicht viel anhaben; das Terrain beiderseits der Etsch bis St. Michele und Grumo stand jedoch unter Wasser und strömte bei Grumo auch ein Theil des vom Margreider Einbruch herrührenden Wassers in die Etsch zurück, während die Hauptmasse in die Niederung des Kalterer Grabens sich ergoss und durch diesen zur Etsch gelangte. Dadurch wurde der Binnenabschlussdamm bei Grumo stark gefährdet und musste eine ausgiebige Wehrarbeit denselben retten, andererseits erlitt der Einfassungsdamm des Kalterer Grabens am rechten Ufer, kurz vor seiner Mündung, wahrscheinlich auch durch Ueberströmung, einen Bruch.

Die nahezu vollendete Strecke zwischen St. Michele (Grumo) und der Eisenbahnbrücke bei St. Michele führte das ihr überlassene Wasserquantum glatt ab, trotzdem die im Montieren begriffene neue Eisenbahnbrücke bei St. Michele im Vereine mit der zum Abtragen der alten, gewölbten Brücke eingebauten Holzrüstung einen argen Stau mit sich brachte. Zum Glück für Trient konnte das viele Rüstwerk intact erhalten werden. Die Elementarkosten betrugen in dieser Section 35.700 fl.

III. Section.

Von den obern drei Sectionen, welche ihrer Vollendung entgegengehen, trat das Hochwasser, nahezu concentriert, zuerst in den zur Bewältigung einer solchen Wassermenge ganz untauglichen obersten Theil der III. Section; das Geschiebe blieb liegen, die niedrigen alten Dämme wurden überronnen und brachen dieselben infolge ihres leichten Herstellungsmateriales an mehr als 20 Punkten, theils bedeutendere Einrisse, theils minder erhebliche Abschwemmungen erzeugend. Gleich unterhalb der Mündung des Kalterer Grabens fanden rechts und links grosse Durchbrüche statt, dann folgten oberhalb Nave am rechten Ufer drei weitere grössere Einrisse nebst einer Reihe kleinerer an beiden Ufern.

Unterhalb Nave litt hauptsächlich das linke Ufer, wo die Dämme an 15 Stellen nachgaben; die Gesammtlänge aller Einrisse im I. und II. Baulose beträgt 1750 *m*. Unter diesen Umständen befand sich das ganze Terrain unterhalb der St. Michele-Eisenbahnbrücke zwischen dem Noce-Fluss und der Eisenbahn, mit Ausnahme des vom Avisio-Schuttkegel erhöhten, ganz geringen Streifens, unter Wasser und erlitt auch die Concurrenzstrasse zwischen Nave und Mezzolombardo mehrfachen Schaden.

Zwischen dem Avisio-Wildbache, der nur mässig Wasser führte, und der Stadt Trient wurde am ärgsten das IV. Baulos mitgenommen, auf welches der Rückstau aus dem V. Lose (Centa- und Briamasco-Durchstich) sehr nachtheilig einwirkte, so dass die Ufer sammt den niedrigen Dämmen überflutet wurden, bis endlich der Bruch der Dämme erfolgte. Zum Glück hielt die bei allen bisherigen grossen Hochwässern durchrissene, nach dem Jahre 1885 jedoch in ausgiebigster Weise wieder hergestellte „Rosta Tonnera“ Stand; unmittelbar unterhalb derselben brach sich jedoch das Wasser in der alten Arche mit einem ca. 130 *m* langen Einrisse Bahn und strömte über das Campo Trentino gegen Trient.

Ausserdem fanden viele grössere und kleinere Ausbrüche und Einrisse im IV. Baulose an beiden Ufern statt, wobei die höhere Lage des Hinterterrains am rechten Ufer und der bei Vela bereits durchgeführte Uferschutz eine grössere Ausdehnung dieser Schäden verhinderten.

Unterhalb der Lorenzo-Brücke im V. Lose, dann im VI. und VII. Lose fanden wenige, belanglose Schäden statt.

Schlechter ergieng es den Dämmen im VIII. und IX. Lose die weit zu niedrig überströmt wurden, woraus sich am rechten Ufer oberhalb der Matarello-Brücke zwei kleinere Dammeinbrüche und ein grösserer Einriss von 125 *m* länge entwickelte.

Am linken Ufer bei Acquaviva (IX. Los) ist gleichfalls ein grösserer Dammbruch zu verzeichnen (160 *m* lang) und mehrere Schäden an dem Dammpflaster und an den Dämmen, welche stellenweise stärkere Filtrationen zeigten.

Im XI. Lose hielt der neue Damm, soweit er mit Pflaster geschützt war, Stand, das rückströmende Ausbruchswasser verursachte jedoch einen grösseren Einbruch (100 *m*) und einen kleineren (62 *m*) an einer anlässlich eines Durchlassbaues noch offenen Stelle. Am rechten Ufer bei Ischia Moll rutschte ein Uferstück sammt Pflaster in einer Länge von 50 *m* bei falllendem Wasser nach.

Der Durchstich bei Calliano bewährte sich sehr gut, ausser dem Fangkopfe an der Abzweigung des Altbettes, der heftig angegriffen, aber schliesslich geschützt werden konnte, erlitten die Bauten keinen Schaden.

Rückströmendes Wasser griff am rechten Ufer im XIII. Lose die Dämme an und verursachte zwei kleinere Einrisse, während im XIV. und XV. Lose namhafte Schäden dadurch verhindert wurden, dass der zu niedrige Damm am linken Ufer unterhalb der Nomi-Brücke durch provisorische Maassregeln (Wehrarbeit) vor Ueberflutung bewahrt werden konnte.

Von der Nomi-Brücke abwärts bis Sacco kamen Beschädigungen der alten Ufermauern, Terrainabschwemmungen etc. vor; gegenüber den oberhalb stattgehabten Verwüstungen an Uferwerken und Gründen sind dieselben, wenn auch manche als nicht unbedeutend zu verzeichnen sind, ohne Belang und lässt sich schon jetzt aussprechen, dass ein Restringieren der Bauten im XVI. und XVII. Lose auf das äusserst zulässige Maass, sowie das auf die späteste Zeit herauszuschiebende Absprengen der Felsbarren bei Sacco, jene Hilfsmittel bilden müssen, durch welche es möglich wird, mit den verfügbaren Geldern in der III. Section die Strecke von St. Michele bis Chiusole und besonders die Strecke bis zum Durchstiche bei Calliano und zwar möglichst rasch, in einen gesicherten Bestand zu versetzen.

Die Schäden an Bauen in approximativer Berechnung belaufen sich in der III. Section mit Hinzurechnung auf Unvorhergesehenes auf 91.650 fl.
die Wehr- und Schutzarbeit auf 6.350 fl.
daher das ganze Elementarerfordernis für das Jahr 1888 auf 98.000 fl.

Leider brachte schon das nächste Jahr 1889 wieder zwei neue grosse Ueberschwemmungen und zwar die erste am 11. und 12. October, die zweite am 30. October.

Am 11. October 1889 giengen über die meisten Thäler Südtirols gewaltige Regenmassen nieder, welche allerwärts verheerende Hochwässer verursachten; insbesondere hatte jedoch die Etsch den vollen Anprall von allen diesen hoch angeschwollenen Zuflüssen zu Thal geführten Wassermassen auszuhalten gehabt.

In den Strecken, wo die Regulierungsbauten vollendet waren, wie in der ganzen I. Section, der obern Hälfte der

Section I/a, dem untern Theil der II. Section und endlich in der Mittelpartie der III. Section von der Avisio-Mündung bis Nomi sind entweder gar keine oder nur unbedeutende Schäden zu verzeichnen, die wieder nur in unfertigen Zuständen ihren Grund hatten.

Desto furchtbarer hauste das entfesselte Element in jenen Punkten, wo es nicht den gehörigen Widerstand fand, wo ältere, noch ungenügende Schutzbauten sich ihm entgegenstellten.

Der Wasserstand war durchgängig höher als bei den vorjährigen, sehr bedeutenden September-Hochwässern, nämlich in Sigmundskron, trotz erheblicher Eintiefung der Sohle, im heurigen Jahre 3·10 *m*, in Pfatten 5·40 *m*, bei Nave 4·0 *m*, bei der St. Lorenzo-Brücke in Trient, trotz der fast gänzlichen Beseitigung der alten steinernen Brücke und der durchgeführten Erbreiterung des Centa-Durchstiches im Theile ober der Lorenzo-Brücke 5·20 *m*, bei Matarello 5·5 *m* und Sacco 5·40 *m* über Pegel-Null und es muss hiebei bemerkt werden, dass weniger die Ausgiebigkeit oder lange Dauer des Niederschlages Ursache des gewaltigen und rapiden Anwachsens der Gewässer war, sondern dass vielmehr der durch mehrere Tage anhaltende, mitunter orcanartig aufgetretene Südwind, den im Hochgebirge und in den Gletscherregionen in ziemlichen Massen angesammelten Neuschnee zum raschen Abschmelzen brachte, daher auch die von Gletschern gespeisten Flüsse am ärgsten wütheten. Diese vor angegebenen Wasserstände sprechen deutlich genug für den katastrophenartigen Charakter des Hochwassers und ist es auch wirklich vielseitig der im richtigen Momente erfolgten energischen und umsichtig geleiteten Wehrarbeit, der aufopfernden Thätigkeit der Etsch-Regulierungsorgane, dem thatkräftigen Mitwirken der Gemeinden, Feuerwehren und in der Section I/a der Mithilfe einer Abtheilung Landesschützen, endlich vor allem der Wirkung der bereits ausgeführten Regulierungsbauten zu danken, dass die eben abgelaufene, an das Jahr 1882 hinanreichende, örtlich sogar dasselbe übertreffende Katastrophe nicht abermals das ganze Etsch-Thal verwüstet und unberechenbaren Schaden an Gütern, Strassen, Eisenbahnen und Ortschaften, sowie auch an den Uferbauten selbst, angerichtet hat.

So verhältnismässig gering der an den Regulierungswerken verursachte Schaden auch ist, so empfindlich traf derselbe die Section II, die nach kürzlich durch die berufene Commission erfolgter mühseliger Aufstellung des Bauprätiminares pro 1890 über keinerlei Mittel mehr verfügt, in welcher auch weitere Restringierungen an noch nicht ausgeführten Objecten absolut unzulässig waren, da sie fast nur den Kalterer Abzugsgraben treffen müssten und mit denselben ein weiteres Concurrenzgebiet zur Ausscheidung gelangen würde.

Die Section II hat eben schon an dem vorjährigen Elementarfalle mit einer Kostenziffer von 53.000 fl. schwer getragen und da ins Präliminare pro 1890 theils aus nicht zu umgehenden Sicherheitsrücksichten, theils auch, weil mit diesem Jahre die gesetzliche Bauzeit endet, die Dammabschlüsse bei den oberen Abzweigungen der Altbette bei Neumarkt, St. Florian und Salurn aufgenommen werden mussten, ohne Rücksicht darauf, dass nach so gewaltigen Hochwässern wie 1888 und 1889 die Dämme in Schlaglöcher zu stehen kamen und daher die 3—4-fachen Kosten gegenüber einer Errichtung nach vollzogener voller Verlandung erwachsen, bildete sich ein so unvorhergesehenes Moment für grösseren Geldaufwand.

In den Sectionen I, I/a und III erscheint die Situation günstiger durch die weniger namhaften Schäden und durch die vorhandenen Mittel zur Behebung derselben.

Zur Besprechung der einzelnen Sectionen übergehend, werden die Kostenziffern dort zur Anführung gelangen und sonstige noch hervorzuhebende Umstände näher beleuchtet werden.

I. Section.

In derselben kamen, trotz der ungewöhnlichen Wasser- und Geschiebeführung aus der Passer, Falschauer und oberem Etsch-Thale keine Schäden an Bauten, im Hauptflusse oder an Brücken vor. Die Bauleitung berechnet diesbezüglich einen Betrag von 400 fl., der jedenfalls in die gewöhnliche Erhaltung gehört.

Die noch frischen Böschungen der Binnengräben, resp. die noch in Ausführung begriffenen Grabenregulierungen erlitten allerdings durch den heftigen Wasserschwall einzelne Absitzungen, Flechtwerksverdrückungen etc., aber die in der ganzen Section hergestellten Grabenarbeiten konnten mit ca. 2000 fl. wieder in guten Stand gesetzt werden, was allerdings für die Fondsmittel nicht ganz belanglos ist, wofür aber, wenn eine ausnahmsweise Bedeckung der heurigen Elementarschäden aus Staats- und Landesmitteln nicht zu erreichen wäre, das erforderliche Geld aus den Fondsmitteln endlich doch noch entnommen werden könnte.

I/a. Section.

Nachdem hier zum hohen Etsch-Wasserstande sich noch der Eisack mit der Talfer mit ungezügelten Wassermassen und massenhaften Gerölle gesellten, gestaltete sich die Lage dieser Section äusserst kritisch, ja es war am linken Ufer im Leiferer Bogen, wo die Erweiterung abwärts des Friggihofes (zur Schotterablagerung rechts ohne Hochwasserdämmen belassen) sich wieder zum eingedämmten Flussbett verengt, ein Ausbruch fast unvermeidlich, wenn nicht der schon überströmte Damm, zum Glücke für die Bahn und die hinterliegenden Gründe, durch Wehrarbeit gehalten worden wäre.

Weiter abwärts, wo auch der Stau der noch in kleineren Theilen bestehenden Gmunder Brücke (zwei Pfeiler und die Fundamente aller Pfeiler) sich geltend machte und die Arbeiten an Dämmen und Leitwerken noch rückständig waren, d. h. erst im Jahre 1890 zur programmässigen Ausführung gelangten, kamen ein Einbruch am linken Ufer, dann ein grösserer Einbruch (140 *m*) und drei kleinere Einrisse am rechten Ufer gegen Pfatten hin, vor, bei welchem Orte, aus dieser Ursache sowohl als durch den offenen Pfattner Giessen, das ganze Thalland unter Wasser gesetzt wurde. Die abgetriebenen Brücken aus dem Passer-Thale stiessen endlich auch die zwei Arbeitsbrücken der Bauunternehmer um und lieferten sie den tobenden Fluten.

Die im verflossenen Sommer gehobene und reconstruierte Etsch-Brücke bei Pfatten hielt Stand, trotzdem der Pegel dort 5·40 *m* über Null gieng und viel schwimmendes Holz dieselbe gefährdete.

Die Kosten der Wehrarbeiten beziffert die Bauleitung auf . 2.800 fl.
die Reparaturen der Schäden an den Bauten . . 16.200 fl.
belaufende Elementarkosten 19.000 fl.
rücksichtlich deren Bestreitung das ad Section I Gesagte, nur wegen der weit grösseren Summe auch in weit grösserem Maasse gilt.

Auch die Erhöhungen und Verstärkungen an jenen Dammstellen, wo die beiden Hochwässer 1888 und 1889 den Fingerzeig gaben, welche schon die technische Commission vom Vorjahre im Protokolle vom November 1888 (Seite 5, Section I/a) verlangte, konnten mit den disponiblen Mitteln zur Herstellung gelangen.

II. Section.

Der in geringer Distanz unter der Gmunder Eisenbahnbrücke gelegene, erst im Frühsommer d. J. eröffnete Durchstich von Auer bildete sich fast vollständig aus und erlitten die neuen Dämme nur oberhalb im Rücken kleine Schäden, während der schwache Schutzdamm des abgeschnittenen Binnenlandes auf 170 *m* Länge umgestossen wurde.

Unterhalb Neumarkt, wo, wie im Vorjahre, die noch nicht abgeschlossenen Altbette bei dem dreifachen Durchstich, infolge des bedeutenden Hochganges der Etsch, viel Wasser aufnahmen, brach an zwei Stellen der Altdamm und staute das eindringende Wasser bis zum Markte hinauf, der theilweise überflutet war.

Aehnlich entwickelte sich bei Salurn die Sache durch Ueberflutung und Reissen der Altdämme, trotzdem hier und in Neumarkt Erhöhungen von 50—70 *cm* seit dem letzten Hochwasser vorgenommen und die Altbette bei der Abzweigung mit sehr hohen Steinwürfen vor dem zu grossen Wasserandrange bewahrt wurden. Selbst der Neudamm am Ende des Salurner Durchstiches wurde hiedurch im Rücken angegriffen und 40 *cm* lang auf Bermenhöhe abgestossen. Schwerer und gewichtiger wurde jedoch erst im letzten Momente der Hochwassergefahr und dazu ganz unerwartet das untere, tiefer gelegene Dorf Salurn betroffen, indem am linken Ufer der Etsch bei Laag ein Dammbruch im Laager Durchstich (ausgeführt im Jahre 1829) mit einer Länge von 140 *m* erfolgte, wodurch das Wasser von obenher gegen den Ort strömte, in der engen Gasse bis zum ersten Stockwerk der Häuser sich staute, die Zufahrtstrasse bis zum Bahnhof vollständig durchbrach und an Mauern, Häusern, Feldern und Strassen etc., sowie an Weinvorräthen grossen Schaden und arge Bedrängnis verursachte. Der plötzliche durch Unterspülung des hier sehr leichten Bodens (Schlemmsand) erfolgte Dammriss am linken Ufer bei Laag schädigte auch den Damm vis-à-vis am rechten Ufer durch seine Absitzung an der Innenseite, die bis zur äussersten Dammkronenlinie reicht.

Bei Cadino überflutete der Fluss ebenfalls die noch nicht programmässig erhöhten Dämme am linken Ufer, machte fünf Einrisse und einen Rückenbruch am eben erst vollendeten Neudamme durch das rückströmende Wasser oberhalb der Masetto-Brücke von ca. 50 *m* Länge.

Von der Masetto-Brücke bis zur Sectionsgrenze (St. Michele-Eisenbahnbrücke) waren keine Schäden zu verzeichnen; der Strom hielt sich hier vielmehr in einer sehr beruhigenden Weise, indem die Masetto-Durchstichserbreiterung das erstemal zur vollen Wirkung kam.

War schon in der Section I/a das schwimmende Holz von den zerstörten obern Brücken und den Arbeitsgerüsten verderblich geworden, so war dies hier noch mehr der Fall, da sich das Quantum stets vermehrte, bis es endlich zum Theile aufgefangen, zum Theile in den Ausbruch bei Laag getrieben wurde, wo es freilich das Zerstörungswerk in Salurn vergrössern half.

Es finden sich auch eine Reihe kleinerer Schäden, deren Anführung zu weit gienge, und sei nur noch erwähnt, dass in der Section II. für Wehr- und Schutzarbeit incl. Schäden an Gerüsten von der Bauleitung 5.500 fl.
berechnet wurden, während an den Regulierungswerken die Schäden sich auf 46.000 fl.
belaufen, so dass im ganzen 51.500 fl.
das Elementarerfordernis bildete.

III. Section.

Die im I. und II. Baulose noch in ihrer Mangelhaftigkeit und zu geringer Höhe und Stärke bestehenden Dämme hielten lange Stand und fand bis zum Pegelstand von 4 *m* über Null bei Nave erst das Ueberrinnen oberhalb am rechten Ufer statt, wo dann selbstverständlich durch fünf Einrisse der Strom gegen das tiefer gelegene Sumpfland längs des Noce-Flusses sich ergoss.

Eine Reihe von Dammbrüchen erfolgte ferner links und rechts im Bereiche der Noce-Mündung, da nicht allein dieser Fluss, sondern auch der Avisio einen bedeutenden Hochgang aufwiesen. Dank der raschen und soliden Herstellung der Avisio-Bauten und der Dämme am linken Etsch-Ufer von der Rosta Tonnera bis Trient, dann Dank der Beseitigung der alten Brücke von St. Lorenzo, sowie der Erbreiterung des Centa-Durchstiches, kam die Ebene von Gardolo und Trient und die Stadt selbst ohne Schaden davon, wenn auch durch den Rückstau in den Gräben die tiefen Stadttheile und Gründe unter Wasser standen.

Freilich büsste dafür das rechte Etsch-Ufer oberhalb Trient, welches noch niedrige Dämme besass und durch zwölf kleinere Einrisse der Ueberströmung ausgesetzt war. Bei Rovine erfolgte rechts ein etwas grösserer Uferbruch.

Der Fersina-Bach, der unterhalb der Eisenbahn auszubrechen und den Etsch-Dämmen in den Rücken zu fallen drohte, wurde durch die schon lange vorher vorbereiteten Vorrichtungen glücklich abgewehrt.

Die im IV. Baulose abgeschwemmte Brücke des Unternehmens mit ihrer Steinbelastung brachte die Masetto-Brücke in grosse Gefahr; letztere hielt jedoch, mit Wasserbottichen beschwert, dem Anpralle Stand, welcher durch das Zerschellen der ersteren ausgeübt wurde.

Die in der Erhöhung und Verstärkung begriffenen Dämme im XI. und XIII. Baulose erwiesen sich als haltbar und kamen nur unbedeutende Schäden vor.

Etwas empfindlicher litten die in der Anschüttung begriffenen Dämme oberhalb Chiusole am rechten Ufer im XV. Lose, welche in grösserer Partie zerstört erscheinen.

Die Bauleitung hat, soweit bis jetzt ersichtlich, den Schaden an den Werken der III. Section, incl. 1400 fl. für Wehrarbeit und 780 fl. für Unvorhergesehenes, auf 13.000 fl. bemessen und ist hierin auch ein Betrag von 1700 fl. für eine Reparatur im Entlastungscanale der Avisio-Sperre enthalten.

Der Wasserschwall und die bedeutende Geschiebeführung, die auch ein Ueberrinnen der Sperre verursachten, haben nämlich im Canale eine weichere Felsmasse herausgeschlagen und ist der Verbau dieses Loches im Felsboden mittelst einer starken Mauer geboten. Die Sperre selbst weist keinerlei Beschädigungen auf, ebenso die Bauten unterhalb, die jetzt umso gesicherter sind als die Flussohle sich nicht weiter vertieft, sondern sogar eine Hebung von ca. 1 *m* unterhalb der Aerarialstrasse links bei Lavis zu constatieren ist.

Vom 11. October an blieb der Wasserstand der Etsch fortwährend sehr hoch, so dass durch drei Wochen eine permanente Bereitschaft erforderlich war, bis am 30. October 1889 ein neuerlich grosses Hochwasser hereinbrach, welches durch die unablässigen Regengüsse und den sciroccalen Wetterstand bedingt war. Es ist klar, dass sich die anfangs kleineren Schäden unter solchen Umständen bedeutend vergrösserten, wozu noch kam, dass der auf der ganzen Linie mit rastloser Energie betriebene Wehrdienst bedeutende Summen erforderte, insbesondere auch, dass das Verderben der gebrauchten und zu langem Lagern in feuchtem Boden und Wasser verurtheilten Sandsäcke, sowie der erhebliche Verbrauch an Fackeln zu einer umfangreichen Wiederanschaffung dieser wichtigen Schutzmaterialien nöthigte.

Auf die Details der Beschädigungen übergehend, ist rücksichtlich der einzelnen Sectionen nachstehendes zu bemerken.

I. Section.

Die Schäden betreffen hier fast ausschliesslich die in dem weichen Schlammboden eingeschnittenen und nur an wichtigeren Punkten mit Pflasterungen und Flechtzäunen geschützten, noch nicht hinreichend berasten Binnengräben, die bei der grossen Wasserführung ab und zu angerissen, oder zum Absitzen der Böschungen gebracht wurden. Erst beim letzten Hochwasser sprang der Sinig-Bach am linken Ufer bei 4 *km* mittelst einer gepflasterten Cunette, in ein altes Etsch-Bett mündend, nach fast gänzlicher Verlandung des letzteren und daraus sich ergebender Anschoppung in der Curve seines Laufes, aus dem Gerinne, durchstiess im Rücken den Etsch-Bahndamm auf 15 *m* Länge. Das Elementarerfordernis beträgt 6400 fl.

I/a. Section.

In dieser Section waren je ein grösserer Einbruch rechts und links und nebstdem rechts drei kleinere Einrisse vorhanden, als der erneuerte Wasserstrom hereinbrach. Bei der Unzugänglichkeit der drei kleineren Einrisse vergrösserten sich dieselben selbstverständlich, im übrigen aber nahmen die Wehr- und Schutzarbeiten nach der vorausgeschickten Darlegung so bedeutend zu, dass sich das Elementarerfordernis jetzt auf 30.350 fl. stellte.

II. Section.

Was über die andauernde Wehr- und Schutzarbeit gesagt wurde, gilt auch in dieser 25 *km* langen Section umsomehr, als die grosse Länge und unregelmässige Führung der Altdämme, die aus Ersparungsrücksichten theils in das Project aufgenommen werden mussten, theils infolge der mangelnden und erst im Präliminare pro 1890 aufgenommenen Altbett-Abschlüsse zwischen Neumarkt und Salurn noch eine hervorragende Schutzrolle spielen — diese Action zu einem bedeutenden Umfange brachten.

Auch der zweimal begonnene und zerstörte Einbruchs-Abbau bei Laag, die am rechten Ufer bei Margreid erfolgte Vergrösserung der höchst gefährlichen Dammabrutschung von 100 *m* auf 300 *m* Länge, welche mit einem Aufwande von über 6000 Sandsäcken und entsprechender Masse von Faschinagen beim Mangel von Damm-Materiale nur durch die aufopferungsvolle Thätigkeit der Bauorgane, das musterhafte Verhalten der Bewohner von Margreid, Kurtinig und Eichholz sich nicht zu einem Ausbruche mit seinen schwerwiegenden Folgen ausbildete, dann das Antragen von theilweisen Entschädigungen für jene Unternehmer, denen die Gerüste und Arbeitsbrücken heuer zu wiederholtenmalen von den Fluten enttragen wurden, haben auf die Erhöhung der Elementarkosten Einfluss geübt.

Der an den Laager Durchstich anschliessende Kurtinger Durchstich, der bei seiner engen Profilierung fast keine Vorländer und wenig ausgiebigen Schutz mit Steinvorgründen und ein durchlässiges Materiale in den Dämmen und im angrenzenden Terrain hat, zeigte besonders rechts, gegen die Bahn hin, bedeutende Sickerungen und erwies sich eine Rückenberme und eine Verstärkung des inneren Steinschutzes an den so markierten Stellen, als dringend nothwendig.

Das Elementarerfordernis pro 1889 in der II. Section betrug 90.000 fl.

III. Section.

Es vergrösserten sich hier einige Uferbrüche an noch ungeschützten Stellen und auch die Wehr- und Schutzarbeit gestaltete sich entsprechend der Wiederholung des Hochwassers und der langen Dauer der Gefahr, kostspieliger.

Der empfindliche Schaden durch die späten Hochwässer geschah hier an dem so wichtigen Objecte, der Sperre von St. Giorgio im Avisio-Wildbache bei Lavis.

Das Mauerwerk als solches hat zwar durch die Gewalt der Wassermassen nicht gelitten, wohl aber hat der in dem Porphyrfelsen eingesprengte, am rechten Flügel die Sperre umgehende Umlaufscanal, von dessen ungestörter Functionierung der Bestand des gewaltigen Objectes abhängt, derartige Einkolkungen und Ausrisse in seinem Auslaufspunkte (infolge des Ausspülens einer 8—9 *m* breiten weichen Lasse in der Canalsohle) erfahren, dass der Felskopf, an welchen sich die rechte Schulter der Sperre lehnt, und welcher den Umlaufcanal von der eigentlichen Sperre trennt, der Unterkolkung nachgebend, sich spaltete und zwei Sprünge, von 3—12 *mm* Breite oben am Felskopf sichtbar wurden — es wurden auch sofort die nöthigen Pölzungen ausgeführt.

In der III. Section haben sich die Elementarkosten auf 42.000 fl. gesteigert, wenn man die obenerwähnte Approximativziffer festhält.

Fasst man nun das Elementarerfordernis ex 1889 für alle 4 Sectionen zusammen, so ergibt sich eine Summe von 168.750 fl.

Zur Zeit der Landtagsverhandlungen resp. der Beschlussfassung des Landtages über den zu den Elementarschäden an Etschgewässer-Regulierungs- und sonstigen Schutzbauten zu leistenden Landesbeitrag von 200.000 fl., war eine genaue Ziffer für das, die Etsch-Regulierung betreffende Elementar-Erfordernis noch nicht bekannt, es wurden deshalb rund 150.000 fl. hiefür angenommen, welche Summe auch in das betreffende Elementargesetz übergieng.

Die ausserordentlichen Regenmengen, welche im letzten Decennium allerorts niedergiengen, verursachten schon im nächstfolgenden Jahre 1890 eine neuerliche grosse Ueberschwemmung.

Seit Menschengedenken haben die am Etsch-Flusse eingetretenen ausserordentlichen Hochwässer in den Monaten September und October stattgefunden, welche Monate nicht nur die grösste Niederschlagsmenge verzeichnen, sondern auch in Hochgebirgen und in den Gletschern lockern Neuschnee, der noch nicht durch Frost gebunden wird, erhalten, so dass die in dieser Zeit vorherrschenden Südwinde, im Verein mit den andauernden Regengüssen, gewaltige Wassermengen in das Etsch-Thal befördern.

Im Jahre 1889 machte sich eine Ausnahme von dieser Regel insofern geltend, als am 24. August, also zu einer unverhofften Zeit, ein nicht bedeutendes Hochwasser auftrat.

Ganz abnorm und von den bisherigen Beobachtungen ganz abweichend, gestalteten sich jedoch die Witterungsverhältnisse im Jahre 1890, wo bereits am 30. Juni ein Hochwasser von 4·25 *m* über Null am Pfattner Pegel sich einstellte. Die mit Eifer betriebenen Bauten überstanden dasselbe ohne Schaden und wurde die Arbeit allerorten so in lebhaften Gang gesetzt, dass die Vollendung bis Mitte September gesichert erschien, um welche Zeit die Herbsthochwässer zu erwarten sind. Um auf alle Fälle vor Schaden und unliebsamen Störungen bewahrt zu bleiben, hatten die Unternehmer die wichtigsten Transportbrücken bis auf Dammhöhe neu hergestellt. Da kam die Nacht vom 12. auf den 13. Juli l. J., in welcher nach $1^1/_2$stündigen Regen, der schliesslich in ein 12stündiges Gewitter übergieng und der in vielen Theilen der nördlichen Alpendistricte in Form von ausgiebigen Schneefällen auftrat, die Gewässer den höchsten Stand erreichten.

Die Etsch schwoll rapid an, in der letzten Stunde um mehr als 1 *m* und erhob sich zu ganz aussergewöhnlichen Höhen, besonders in der Section I/a, wo der Pfattner Pegel 5·75 *m* über Null erreichte.

Der Eisack in Bozen stand auf 2·2 *m*, wo im Jahre 1882 die Etsch bei Sigmundskron 3·2 *m*, Neumarkt 5·10 *m*

Salurn 5·0 *m*, Nave 4·05 *m*, Trient 4·75 *m* (bei vollständig beseitigter alter Brücke und oberer Erweiterung des Centa-Durchstiches), Calliano 4·15 *m*, Villa 5·0 *m* und Sacco 4·85 *m*.

In der Section I, welche vollständig ausgebaut ist, richteten die Hochfluten keinen Schaden an; kleinere Auskolkungen an dem kaum vollendeten Gargazoner Graben wurden zwar durch den Ausbruch des Gargazoner Baches und Ergiessung in den Graben verursacht, doch ist der entstandene Schaden belanglos.

Die in Arbeit begriffenen Bauten in der Section I/a hatten noch nicht überall die gegebene Höhe, daher das Wasser an diesen Punkten die Dammkrone überrann und endlich bei 35·7 *km* am linken Ufer, in der Nähe der Eisenbahnstation Branzoll, den Damm auf 200 *m* Länge durchbrach.

Die am selben Ufer, oberhalb bei 34 *km* eingetretene Dammüberflutung konnte durch energische Wehrarbeit behoben, eine gleiche Katastrophe dort zum Glück verhindert werden.

Ausser diesem Dammbruche sind in der Section I/a nur kleinere Beschädigungen an den Dämmen zu verzeichnen.

Um die durch den Einbruch der obenerwähnten 200 *m* langen Dammstrecke mitzerstörten Bahnkörper zu entlasten und die unter Wasser gesetzten bebauten Grundstücke bei Branzoll thunlichst rasch wasserfrei zu machen, traf man sofort alle Anstalten zum provisorischen Abbau des Dammeinrisses und zur späteren ungesäumten Wiederanschüttung des Dammes selbst.

Gerade diese Aufgabe war aufs äusserste erschwert durch den Umstand, dass die ober der Pfattner Etsch-Brücke hergestellte hohe Transportbrücke der Bau-Unternehmung durch herabschwimmende grosse Pappelbäume durchbrochen und von den dadurch abgetriebenen Holzmassen sämmtliche Transportbrücken in den Sectionen I/a und II und zwei solcher Brücken in der III. Section fast vollständig zerstört wurden, ebenso die Pfattner Concurrenzbrücke, wodurch jede Communication zwischen beiden Ufern aufgehoben und eine höchst kritische Situation in beiden Sectionen I/a und II geschaffen wurde, da die Zugänge zu den Materialplätzen und Steinbrüchen nicht mehr bestanden, bis zum Herbste also an manchen Punkten eine Wiederaufnahme der Arbeiten und die Herstellung genug widerstandsfähiger Werke kaum mehr möglich erschien.

Die Schliessung des 200 *m* langen Einrisses bei Branzoll drängte aber zur raschesten Reparatur der durchrissenen hohen Transportbrücke und wurde in zwei Tagen dieselbe erneut in Stand gesetzt, worauf mit Maschinenbetrieb der Material- und Steintransport an die 3 *km* entfernte Dammbruchstelle sofort aufgenommen und mit aller Kraft getrachtet wurde, bis Mitte September einen standhaften Damm zu schaffen, damit nicht erneute Hochwässer, die jetzt ausser aller Berechnung stehen ihr Zerstörungswerk abermals ausüben.

In der II. Section hat die Wasserflut den schon sehr weit vorgeschrittenen Abbauten der Altbette beim Mitterlinger- und Floriani-Durchstich durch Ueberströmen und Abschwemmen bedeutender Massen erheblichen Schaden gebracht, und in weiterer Consequenz dieses Durchbruches des Wassers in die Altbette zwischen Neumarkt und Laag den Querdamm bei Klösterle auf 40 *m* Länge durchrissen, wodurch das Wasser, beim Laager Querdamm sich aufstauend, wieder einen Rückenbruch des linken Etsch-Dammes von 30 *m* Länge verursachte und sich in den Hauptfluss rückergoss. Der Altdamm am linken Ufer bei Neumarkt konnte bei vor geschilderter Sachlage nur mit äusserster Mühe erhalten und Neumarkt von einer Ueberschwemmung verschont werden.

Der Altbett-Abbau bei Salurn widerstand infolge der bereits erreichten Dimensionen dem Wasseranprall.

Ausser diesen Schäden an den im besten Gange gewesenen und der Vollendung nahe gerückten Altbettschlüssen bei Neumarkt und St. Florian und von Auer bis Laag sind nur mehrere kleinere Dammbeschädigungen zu verzeichnen, mit Ausnahme von zwei Brüchen von 100 *m* und 40 *m* Länge oberhalb des Florianer Durchstiches rechts im Altdamme, durch welche eine zeitlang Wasser strömte, die Gründe von Kurtatsch, Margreid, Kurtinig, Salurn und Deutsch-Metz zwischen der Bahn und dem Etsch-Flusse unter Wasser setzend. Durch baldiges Zurücktreten des Flusses wurde jedoch grösserer Schaden verhütet.

Die Rutschstelle vom Vorjahre am rechten Ufer von Margreid, welche mit schwachem Damme provisorisch geschlossen war, dann der Verbau des Einbruches am linken Ufer bei Laag, hielten gut Stand.

Schlechter ergieng es im Kurtiniger Durchstiche.

Das Hochwasser vom 13. Juli l. J. erreichte hier die Krone der Dämme, überströmte dieselben an vielen Punkten und brach endlich nach rechts hin bei 12·3 *km* am Anfange des Kurtiniger Durchstiches eine 100 *m* lange Bresche durch. Das Wasser suchte seinen Weg durch das, im Bahnkörper noch vom Jahre 1888 her bestandene Provisorium, ergoss sich in das Deutsch-Metzer Moos und da der Abfluss nur durch das zum Durchlasse des Kalterer Grabens bestehende Bahnobject sich vollziehen kann, staute sich der Wasserspiegel, einen weiten See bildend, bis zum Bahnplanum und auf dem rebenbesetzten Abhang des Noce-Schuttkegels, auf.

Allmählich erst führte der Kalterer Graben in der III. Section und die alte Mündungsstrecke dieses Grabens oberhalb Grumo das Ausbruchswasser in die Etsch zurück.

Der provisorische Abbau des 100 *m* langen Kurtiniger Dammbruches erfolgte sofort, das am 20. Juli abermals steigende Wasser riss jedoch ein 15 *m* weites Loch in denselben und gelang es erst nach vieler Mühe am 24. Juli den Schluss wieder zu erzielen.

Um definitiv bis Mitte September den Bruch mit einem standfesten Damm zu verbauen, musste erst die zerstörte Transportbrücke bei Laag wieder hergestellt werden, welche Arbeit mit aller Kraft betrieben wurde.

Bei Salurn fand eine stellenweise Beschädigung der in Ausführung befindlichen Dämme zum Abschlusse des Porzengrabens vom Etsch-Bett statt, und trat das Wasser in die Gründe, verschlämmte auch den Graben, jedoch sind diese hervorgerufenen Unordnungen nicht nennenswert.

Endlich fand in der II. Section am linken Ufer oberhalb der Masetto-Brücke noch ein 60 *m* langer Bruch des im vorigen Jahre errichteten Hochwasserdammes statt, der jedoch keine besondere Tiefe erreichte, also bald trocken lag und dessen Schliessung schon bald geschah.

Die II. Section hat nach Vorstehendem hauptsächlich den Einriss bei Kurtinig am rechten Ufer zu beklagen, der von schweren Folgen auf die Culturen, über welche die Wasserströmung stattfand, begleitet ist, und der auch der weiten See oberhalb des Noce-Schuttkegels im Gebiete des Kalterer Grabens speiste, durch welchen viele Weingärten mehrere Tage unter Wasser standen.

Die zweite üble Folge der Hochwässer vom 30. Juni und 13. Juli l. J., wenn man von den theilweisen Zerstörungen der Altbett-Abbauten zwischen Neumarkt und St. Florian absieht, ist die noch weiter ausgebildete Schwächung der vorlandlosen alten Kurtiniger Durchstichsdämme durch Kolke.

In der III. Section blieben, dank dem Stande der Regulierungsarbeiten am Tage des Hochwassers, die Uferbauten vor grösseren Beschädigungen bewahrt und trat die Etsch nur im I. Baulaufe oberhalb Nave links und rechts über die Ufer,

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

an Stellen wo noch die alten Dämme bestehen oder der neue Damm erst in der Anschüttung begriffen und nur wenig über dem Terrain erhoben ist. Das nach rechts austretende Wasser ergoss sich wie immer gegen Zambana, wo es im Vereine mit der rückgestauten Etsch dieses Tiefland inundierte.

Der Durchstich bei Ischia Wolkenstein, im Frühjahre eröffnet, nahm einen grossen Theil des Flusses auf, bildete sich ziemlich aus, und wirkte überhaupt ersichtlich gut auf die Wasserverhältnisse. Die unfertigen Dämme am linken Ufer unterhalb Trient erlitten zwar bedeutende Abschwemmungen, da der durch Steinvorgrund und Pflasterungen zu bietende Schutz noch nicht genügend vorgeschritten war, bei dem Umstand aber, dass ein grosser Grabungsüberschuss vorhanden ist, erwächst hieraus dem Etsch-Fonde kein Schaden.

Auch nach abwärts hin, über Calliano, Chiusole bis Sacco wurden weder die neuen Uferwerke noch die bestehenden Ufer in bemerkenswerter Weise angegriffen, durch die ausgeführten Bauten vielmehr ein sehr geregelter Wasserlauf erzielt und besonders bei Trient durch den Umbau der Lorenzo-Brücke und bei Matarello durch die Profilerweiterung und die Dammerhöhungen eine erfreuliche Sicherheit gegen Hochwässer geschaffen.

Die ganze Wucht des letzten Etsch-Ganges traf in der III. Section nur die Unternehmungen, indem die Material-Zufahrtstrassen bei Nave und Zambana theils zerstört, theils unter Wasser gesetzt, und die Transportbrücken im III., IV. und VI. Laufe durch schwimmendes Holzwerk zerrissen wurden.

Die beiden grossen Hochwässer der Jahre 1889 und 1890 verursachten bedeutende Kosten, welche aus den gesetzlich bewilligten Mitteln nicht bestritten werden konnten, da die sämmtlichen Baucredite bereits gebunden waren. Es mussten daher besondere gesetzliche Vorkehrungen getroffen werden.

Die Kosten der Elementarschäden des Jahres 1889 wurden sofort nach dieser Ueberschwemmung, soweit dies bei den damals immer noch hohen Wasserständen möglich war, mit dem beiläufigen Betrage von 150.000 fl. ermittelt und zu ihrer Bedeckung mit dem Reichsgesetz vom 8. Juni, 1890 R.-G.-Bl. Nr. 141, Vorsorge getroffen. Von diesen, dem genannten Reichsgesetze zugrundeliegenden Beträgen von 150.000 fl.

entfallen auf die Section I/a	18.000 fl.
Section II	90.000 fl.
und auf die Section III	42.000 fl.
Zusammen . . .	150.000 fl.

Die eigentlichen Kosten beliefen sich jedoch

auf	180.500 fl.
so dass für den Restbetrag von	30.500 fl.

noch nachträglich die gesetzliche Bedeckung beschafft werden musste.

Die Elementarbaukosten aus Anlass des 1890er Hochwassers beliefen sich auf 380.050 fl.; hievon entfallen auf die

Section I		fl. 6.400
" I/a		" 139.850
" II		" 200.000
" III		" 33.800
Zusammen		fl. 380.000

Ueberdies wurden infolge dieser Hochwässer an der Avisio-Sperre Reconstructions-Arbeiten am seitlichen Umlaufs-Canale im Betrage von 144.000 fl. erforderlich, so dass die durch diese Hochwässer verursachten Elementarbaukosten im ganzen 704.500 fl. betragen.

Mit den grossen Hochwässern vom Juni und Juli 1890 hatten jedoch die Verheerungen dieses verhängnisvollen Jahres noch keinen Abschluss gefunden; diesmal war dem Etsch-Thal eine ganze Serie ausserordentlicher Hochwässer beschieden, denn es ereignete sich ein drittes am 30. August mit einem Stande von 5 *m* am Pfattener Pegel, ein viertes am 25. August mit einem Stande von 3·9 *m* und ein fünftes Hochwasser in der Nacht vom 31. August auf den 1. September von 3·5 *m* über dem Pfattner Pegel. Diese neuen Hochwässer erregten eine umso grössere Angst und Sorge, als kaum einige Wochen früher erst die Verbauung der Etsch-Ausbrüche vom 13. Juli d. J. in der Section I/a und II in Angriff genommen wurden.

Nur den ungemein forcierten Arbeiten, beziehungsweise den theilweisen Tag- und Nachtarbeiten ist es zu danken, dass die Abbauten, wenn auch nicht in projectierter Stärke, so doch bereits in voller Höhe gediehen waren, denn nur dadurch war es überhaupt möglich, die halbfertigen Bauten selbstverständlich mit Aufgebot von grossen Schutz- und Wehrarbeiten vor einem erneuerten Zusammenbruche zu bewahren und so die Bevölkerung, resp. die Culturgründe und Eisenbahn, vor einer abermaligen Ueberschwemmung zu schützen.

Die grösste Gefahr bestand am Kurtiniger Durchstich, wo die Dammschüttung trotz unausgesetzter Tag- und Nachtarbeit naturgemäss am weitesten zurückblieb, nachdem erst vor 17 Tagen die grosse Transportbrücke bei Laag fertig wurde und die Materialbeifuhr beginnen konnte.

Man vermochte demnach nur mit Aufgebot aller Mittel, besonders mit Einbettung einer grossen Anzahl dort deponierter Sandsäcke diesen halbfertigen Abbau zu halten.

Auch im Salurner Durchstiche links oberhalb der Etsch-Brücke zeigten sich diesmal wieder bedenkliche Sickerungen, u. zw. nicht im Damme selbst, sondern am Fusse der Rückenberme und liegt die Ursache sicherlich in einer im Terrain liegenden Schlemm-Sandschichte, durch welche das Wasser bei grossem Drucke durchgepresst und so zu den fortwährenden Dammsenkungen Anlass gibt.

Bei den im Monat August eingetretenen drei Hochwässern sind grössere Beschädigungen an den Bauten nicht vorgekommen, selbstverständlich aber wohl eine Reihe von kleineren Schäden. Ziemlich bedeutend aber haben sich die Auslagen für ergangene Schutz- und Wehrarbeiten, sowie für die Anschaffung der hiezu benöthigten Materialien gestaltet.

Wenn zum Schlusse noch ein Rückblick auf die abgelaufenen Sommer-Hochwässer geworfen wird, so geschieht dies nur um kurz zu beleuchten, wie sehr sich die Verhältnisse in der Zeitperiode des Etsch-Regulierungsunternehmens von Jahr zu Jahr zu Ungunsten dieses Unternehmens geändert haben, so dass, wenn es in diesem Maasse fortgienge, die praktische Bauausführung nahezu lahm gelegt würde.

In den ersten Jahren der Etsch-Regulierung trat nach einem grossen Hochwasser durch einige Jahre eine Periode des Friedens ein, so dass während dieser Zeit die Bauten gefördert werden konnten und selbe schon einigermaassen consolidiert bei den nächsten Hochwässern dastanden. In den letzteren Jahren wiederholten sich derartige schon von Jahr zu Jahr, verursachte demnach gewaltige nicht vorgesehene Mehrauslagen und erschwerten so nicht nur bedeutend den Fortschritt der Bauten, sondern erregten auch die Missstimmung der Bevölkerung gegen das Regulierungs-Unternehmen und deren technische Organe, die gewiss stets unverdrossen und mit grossen Opfern unter den schwierigsten Verhältnissen ihrer Aufgabe gerecht zu werden bestrebt waren und Gesundheit, ja das Leben dafür aufs Spiel setzten. Im Jahre 1890 endlich wiederholten sich die aussergewöhnlichen Hochwässer in der Sommerperiode allein schon in einer wirklich schreckenerregenden Weise, da innerhalb der Monate Juli und August nicht weniger als fünf Hochwässer zu verzeichnen sind.

Die Niederschlagsmengen waren an manchen Tagen des an Regen überreichen Sommers derartig grosse, wie selbe früher kaum jemals beobachtet wurden, infolge dessen auch das Steigen der Flüsse ein derartig rapides, wie dies nie zuvor gekannt worden ist.

Zwölf bis achtzehn Stunden heftigen Regens genügten jetzt, um derartige Hochwässer zu erzeugen, eine Thatsache, die die Bevölkerung und die Organe der Etsch-Regulierung in continuierlicher Angst und Sorge lässt, wenn nur einigermaassen stärkeres Regenwetter eintritt. Die Besorgnis im Etsch-Thale wuchs bis zu dem Maasse, dass von allen maassgebenden Factoren die Ergründung der Ursachen der Ueberschwemmungen des letzten Decenniums und damit in Verbindung die Ueberprüfung des Etsch-Regulierungsprojectes in Hinsicht auf die Zulänglichkeit der Durchfluss-Profile angeregt wurde.

Mit dieser Aufgabe wurde der Verfasser betraut, zu welchem Behufe er die Etsch-Verhältnisse im Herbste und Winter 1890 und im Frühjahr 1891 einem eingehenden localen Studium unterzog, deren Resultat an anderer Stelle eingehend besprochen werden soll.

Ebenso sollen auch die Ursachen der gewaltigen Hochwassermassen des letzten Decenniums in einem eigenen Capitel besprochen und mag vorläufig nur bemerkt werden, dass hier in erster Reihe die ausserordentliche Zunahme der Regenmengen, welche mit allgemeinen kosmischen Ursachen zusammenhängt, in Frage tritt, wenn auch nicht zu verkennen ist, dass auch die raschere und concentriertere Abfuhr der Hochwässer durch die im Oberlaufe inzwischen ausgeführten Bach- und Fluss-Regulierungen ein relatives Steigen der Hochwasserwelle verursacht haben muss.

Inwieferne noch weitere Ursachen nebensächlich in Frage treten, soll ebenfalls an geeigneter Stelle erörtert werden.

Zum Schlusse mag noch ein Verzeichnis über jene Kosten angeführt werden, welche seitens der k. k. Südbahn-Gesellschaft anlässlich der Behebung der Hochwasserschäden an den Bahnanlagen im Rienz-, Eisack- und Etsch-Gebiete in den Jahren 1882—1890 aufgewendet wurden.

V e r z e i c h n i s

über jene Kosten, welche seitens der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft anlässlich der Behebung der Hochwasserschäden an den Bahnanlagen im Rienz-, Eisack- und Etsch-Gebiete in den Jahren 1882—1890 aufgewendet wurden:

Das Hochwasser des Jahres	Verursachte Schäden im Gebiete der Rienz		des Eisack		der Etsch	
	deren Behebung bis jetzt erforderte die Summe von					
1882	556.798	94	1,271.956	69	371.066	43
1885	72.676	85	175.898	62	73.906	05
1887	—	—	—	—	4.153	29
1888	187	17	11.395	81	57.435	63
1889	8.780	16	53.125	73	30.856	77
1890	—	—	50.209	91	40.764	65
Zusammen . .	638.443	12	1,562.586	76	578.182	82
und mit Hinzurechnung der Kosten noch zu behebender Schäden pr. 1890	—	—	56.000	—	39.000	—
gibt in Summa . .	638.443	12	1,618.586	76	617.182	82

Daher rund für das Etsch-Gebiet 2,875.000 fl. ö. W.

Dieses Verzeichnis verdankt Verfasser der gütigen Mittheilung der Generaldirection der Südbahn-Gesellschaft.

Nach Angabe der genannten Gesellschaft sind in diesen angegebenen Schadensziffern jene Beträge nicht enthalten, welche derselben durch den unterbrochenen Verkehr zugegangen sind und die sich nur annäherungsweise aus dem Vergleiche der Verkehrsziffern der Hochwasser-Periode mit der gleichen Periode des Vorjahres ergeben würden.

Diese Schäden an den Bahnanlagen sind im Rienz- und Eisack-Gebiete nicht durch Dammbrüche und Deichüberflutungen hervorgerufen worden, wie dies im Etsch-Gebiete fast stets der Fall gewesen ist, sondern lediglich durch die wechselnden Sohlenvertiefungen und die grossen Geschwindigkeiten, welche die abgeführten enormen Wassermassen und das mit denselben mitgerissene Murrmateriale erreichten.

V. Abschnitt.

Geschichte der Etsch-Regulierung.

29. Capitel.

Die ältesten Anfänge der Etsch-Regulierung in Tirol.

Aus der Geschichte der Ueberschwemmungen im Etsch-Thale sind die grossen Schäden zu entnehmen, von denen dieses Thal seit mehr als einem Jahrtausende in constant wiederkehrenden Epochen betroffen worden ist. Der Schade, der durch eine der grösseren Ueberschwemmungen angerichtet zu werden pflegte, konnte immer auf 10 bis 15 Millionen Gulden veranschlagt werden. Abgesehen aber von diesem vorübergehenden Schaden nahm eine dauernde Verschlechterung der Wasserabflussverhältnisse, eine Erschwerung der Vorflut und daraus hervorgehende Versumpfung mit allen eine solche begleitenden Folgeübeln dermaassen überhand, dass wiederholt die Gefahr der vollständigen Verwilderung und Versumpfung des Etsch-Thales und damit die Unbewohnbarkeit integrierender Theile desselben in Frage trat.

Bei dem grossen Gefälle der Etsch konnte selbstverständlich von einer Ueberschwemmung, welche durch natürliche Düngung und Aufschlickung den Ufergeländen zur Wohlthat gereichen würde, wie dies in manchen Flüssen mit geringem Gefälle und humusreichem Schlick ohne besonderer Geschiebeführung der Fall sein mag, nicht ohneweiters die Rede sein, sondern war es selbstverständlich im Gegentheile erforderlich, die Ufergelände vor Ueberschwemmungen mit aller Energie zu schützen, um sowohl die Existenz der Ortschaften, Bauten und Wegeverbindungen vor dem sicheren Untergange zu retten, als auch den Culturboden vor Ueberschüttung mit grobem, unfruchtbarem Gerölle und Sand und vor dem Abreissen der Humusschichte zu bewahren.

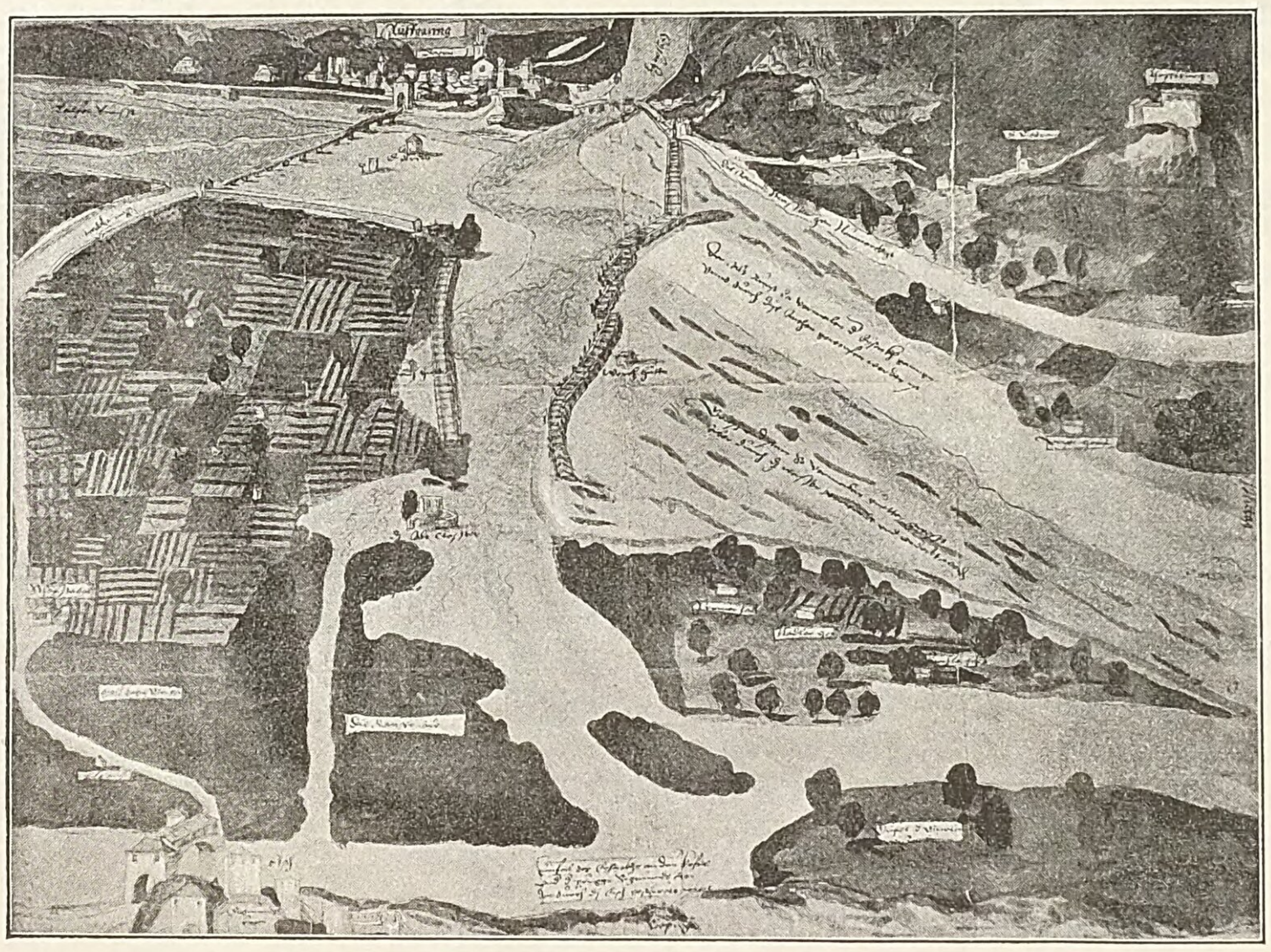
Mit dem ersten Gedanken an eine Verbesserung der Wasserverhältnisse musste daher sofort die Idee der Hochwasserdämme und der Durchstiche platzgreifen, lange noch

bevor der Wasserbau Gegenstand eines wissenschaftlichen Studiums und Lebensberufes geworden ist. —

So bestehen denn auch an der Etsch und ihren Zuflüssen seit unvordenklichen Zeiten derartige Schutzanlagen, ohne dass gesagt werden könnte, bei welcher Gelegenheit und in welchem Jahrhunderte damit begonnen worden sei. (Fig. 28.) Wahrscheinlich geschah dies zu einer Zeit, wo die Cultur der Wälder und Auen nach und nach mit steigender Civilisation derjenigen der Wiesen, Felder und Gärten gewichen ist, wo also infolge der grösseren Sesshaftigkeit der von der Viehzucht zum Ackerbaue übergehenden Bevölkerung und mit der Zunahme der letzteren der Wert des Bodens im Steigen begriffen war.

Zweifellos waren die ersten Dammanlangen und Uferschutzwerke, wie überall, so auch an der Etsch nicht systematisch angeordnet, sondern nur von einzelnen reicheren, mächtigeren und über den Frohndienst von Arbeitskräften verfügenden Grundbesitzern lediglich nach dem Grundsatze ausgeführt worden, den verwüstenden Fluss vom eigenen Besitze abzuwenden, ohne den daraus für andere entstehenden Nachtheil in Erwägung zu ziehen. — Ebenso verfuhren die durch einen derartigen Bau gefährdeten Anrainer, soweit es ihnen ihre Macht gestattete. Aus diesem unvermeidlichen Wasserkriege entstanden mit der Zeit unter dem Eindrucke grosser Elementar-Ereignisse und der wachsenden Erfahrungen über die Wirkungsweise der Hochwässer und der Wasserschutzbauten Wehrverbände nach Rieden, Gemeinden und wohl auch grösseren Gruppen, doch ist von einer umfassenden, systematischen Regulierung des Etsch-Flusses in früheren Zeiten niemals die Rede gewesen, sondern lediglich vom Schutze einzelner besonders bedrohter Riede und Ortschaften. Die Gründe hiefür mögen gewiss nicht im fehlenden Bedürfnisse, sondern mehr in der beschränkten Freiheit der Association und in dem geringen Einflusse gelegen sein, welcher dem technischen Fachmanne in der Administrative des Staates, der Länder und der Gemeinden eingeräumt war. Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist jedoch schon die behördliche Fixierung normaler Flussbreiten und Baulinien an vielen Orten erwiesen.

Fig. 28.



Plan von Bozen aus dem Jahre 1541.

30. Capitel.

Das Project Nowak's.

Die Idee einer allgemeinen Regulierung der Etsch hat zuerst in dem auf Befehl des Erzherzogs Johann vom Major des k. k. Genie-Corps Nowak im Jahre 1805 entworfenen Projecte eine concrete Form angenommen, aber die Nothwendigkeit derselben ist schon seit der Regierung der Kaiserin Maria Theresia anerkannt worden, welche mit Allerhöchster Entschliessung vom 15. April 1747 den Betrag von 150.000 fl. zur Regulierung des gedachten Flusses angewiesen hat.[1]

Als einen Theil der Etsch-Regulierung beabsichtigte die bairische Regierung im Jahre 1805 den Durchstich von Ischia Perotti unterhalb Trient ausführen zu lassen, und im Jahre 1810 war die Regierung Italiens auf die Ausführung des Nowak'schen Projectes bedacht, aber in jenen kriegerischen Zeiten konnte das Gedeihen eines derartigen Werkes der friedlichen Cultur nicht wohl gedacht werden.

Nach erfolgtem Frieden hat der Magistrat von Trient die Nothwendigkeit dargestellt, die Etsch zu regulieren und mit den Durchstichen der zwei Serpentinen Ischia Perotti und Lidorno unterhalb Trient zu beginnen.

Das Innsbrucker Gubernium hat in den an die Hofkanzlei gerichteten Berichten vom 6. October 1818, Z. 2011, und vom 12. Mai 1819, Z. 9901, die Regulierung der Etsch in Antrag gebracht und zu diesem Ende das Nowak'sche Project mit den von der dortigen Landes-Baudirection vorgeschlagenen Modificationen und mit den Bemerkungen des Oberstlieutenants Werklein vorgelegt.

Das Wesentlichste der Nowak'schen Anträge war:

I. Die Durchstechung der Krümmungen, um die Länge des Flussbettes zu vermindern und daher die Geschwindigkeit der Strömung zu vermehren; diese Arbeit sollte in den tieferen Strecken des Flusses begonnen, flussaufwärts fortgesetzt und so combiniert werden, dass das Flussbett durch das tiefste Terrain des Thales geführt würde.

Die Abkürzung der Länge von Meran bis Acquaviva (beiläufig 14 Meilen) sollte ungefähr $2^1/_2$ Meilen, also mehr als den sechsten Theil der ganzen Länge, betragen. Die Normalbreite sollte überall gleich bleiben und nur nach Maassgabe der zufliessenden Gewässer vermehrt werden, um immer gleiche Geschwindigkeit und gleiche Tiefe zu erhalten.[2] Die Wildbäche, die allenthalben unter einem rechten Winkel in die Etsch ausmündeten, sollten mit dem Hauptflusse durch Verlängerung der letzten Strecke an ihren Ausmündungen

[1] Die betreffenden Verhandlungsacten der k. k. Hofkanzlei wurden vom Verfasser während seiner Wirksamkeit im k. k. Ministerium des Innern oft durchgesehen und benützt. Der Kürze halber ist jedoch die ältere Geschichte der Etsch-Regulierung der ziemlich prägnant stylisierten Denkschrift Pasetti's vom Jahre 1845, welche nur in einigen autographierten Exemplaren in die Oeffentlichkeit gelangt ist, entnommen.

[2] Die Nothwendigkeit eines richtigen Verhältnisses zwischen Flussbreite und Tiefe war dem Projectanten offenbar noch nicht bewusst.

unter spitzem Winkel verbunden und weiters Traversen hergestellt werden, um ihr Gefälle und die Geschwindigkeit der Strömung so zu vermindern, damit diese letztere der Geschwindigkeit der Etsch gleichkomme und hiedurch das von den Wildbächen herbeigeführte Materiale von der Etsch selbst weiter befördert werden könnte.

Wo es die Umstände zulassen, sollten die Wildbäche in die Sümpfe geführt werden, um diese durch Verschlämmung wieder für die Cultur zu gewinnen.

II. Einen zweiten Theil der Nowak'schen Anträge bildete die Austrocknung der Sümpfe mittelst Entwässerungs-Canälen.

Für jene Sümpfe, welche zu tief, daher nicht über dem Niveau des Flusses lagen, und in welchen man weder die Etsch, noch irgend einen Wildbach führen könnte, war das System der Colmation vorgeschlagen, was auch behufs Aufschlämmung der infolge der Herstellung von Durchstichen entstehenden Altbette vorgeschlagen war.

Zur Beförderung der Anschlämmung wurde auch die Anpflanzung von Weiden, Pappeln u. s. w. vorgeschlagen.

III. Schliesslich empfahl Major Nowak, die lockeren Bergabhänge im Innern der Thäler und im Hochgebirge mit Bäumen, Gesträuchen, Flechtzäunen u. s. w. zu befestigen, die Holztriftung in den Wildbächen und das Weiden in den Gebirgen, besonders dasjenige der Ziegen, zu verhindern.

Durch die Ausführung dieses Projectes, dessen Kosten auf 1,432.600 fl. präliminiert waren, die nach dem Antrage der Baudirection auf sechs Jahre vertheilt werden sollten, beabsichtigte man 8,811.108 Quadrat-Klafter sumpfigen Terrains wieder urbar zu machen, überdies aber verschiedene andere angebaute Grundstücke längs der Etsch, deren Flächeninhalt nicht minder bedeutend war, von den zeitlichen Ueberschwemmungen, denen sie ausgesetzt waren, zu befreien und die Luft, für eine Bevölkerung von 50.000 Menschen, deren grösster Theil wegen des sumpfigen Klimas Fiebern unterlag, zu verbessern.

Die vereinigte k. k. Hofkanzlei hat dem Innsbrucker Landes-Gubernium mit Decret vom 3. October 1822, Z. 27323, eröffnet, dass infolge Allerhöchster Entschliessung vom 12. September desselben Jahres die Regulierung des Etsch-Flusses nach den nachstehenden Grundsätzen genehmigt worden sei:

A. In technischer Beziehung sollte die Regulierung nach den Principien ausgeführt werden, welche der Hofbaurath infolge der Prüfung des obbesagten Nowak'schen Projektes in seiner Aeusserung vom 14. November 1819, Z. 1119, auseinandergesetzt hat. Diese Aeusserung ist dem Hofdecrete mit dem Bedeuten angeschlossen worden, dass im Sinne derselben die Detailprojecte auszuarbeiten sein werden.

Der wesentliche Inhalt der Aeusserung des Hofbaurathes ist folgender:

Das Nowak'sche Project beruht auf der Voraussetzung, dass die Geschwindigkeit eines Flusses mit dem Gefälle in geradem und mit der Länge desselben in verkehrtem Verhältnisse stehe; in Wirklichkeit aber stehe nicht die Geschwindigkeit, sondern die Quadratwurzeln der Geschwindigkeit in jenem Verhältnisse, daher auch die Resultate der Nowak-schen Berechnungen nicht richtig seien. Ferners bemerkte der Hofbaurath, die projectierte Gleichheit des Gefälles und der Breite des neuen Bettes sei mit der Natur der Flüsse nicht vereinbar. — Die Etsch, auf welche so viele Wildbäche und das von denselben mitgebrachte Materiale Einfluss nehmen, sei kein künstlicher Canal mit klarem, abgemessenem Wasser, sondern habe eine veränderliche Wasserführung und eine ebensolche Geschiebe-Consumtion.

Das Materiale werde aber nicht dem Meere zugeführt, sondern der grösste Theil desselben bleibe im Flussbette zurück und verursache die immerwährende Erhöhung und Verwilderung des Flussbettes.

Der Hofbaurath hat weiters das Bedenken erhoben, dass die Geradleitung und die daraus entstehende bedeutende Verkürzung des Flusses von $2^1/_2$ auf 14 Meilen die Geschwindigkeit und Kraft der Strömung zum Nachtheile der Schiffbarkeit sehr vermehren würde, weil bei niederem Wasser die zur Schiffahrt nothwendige Tiefe des Wassers zu sehr vermindert, und weil die grosse Geschwindigkeit des Wassers auch die Bergfahrt der Schiffe erschweren würde, während jene flussabwärts unbequem oder gar gefährlich werden müsste.

Ueberdies würde aber auch dadurch Schaden verursacht werden, dass eine enorme Quantität des Flussmateriales (2,300.000 Cubik-Klafter) in die tieferen Strecken zum Nachtheile derselben vertragen würde.

Der Hofbaurath hat demnach den Schluss gezogen, dass die Nothwendigkeit, bei Flüssen ein gehöriges Gleichgewicht zu erhalten, auch eine Veränderlichkeit der Breite und des Gefälles nach sich ziehe.

Er hat demnach die Breite des Flusses an der Sohle, wie auch seine obere Breite nicht festgesetzt, weil sie gänzlich von den Localverhältnissen abhiengen, hat jedoch seine Wohlmeinung dahin abgegeben, dass währenddem das vom niedrigen Wasser eingenommene Flussbett im Terrain vertieft ist, das Bett für die Hochwässer breiter sein müsse, daher zu diesem Zwecke zwischen der Fusslinie der Dämme und dem vertieften Flussbette ein Vorland gelassen werden solle.

Für die Flusstrecken, welche unverändert beibehalten werden sollten, in welchen jedoch das Bett zu breit wäre, hat der Hofbanrath eine mässige Einengung beantragt, aber diese sollte nur nach und nach, und zwar nach Maassgabe der erfolgenden Vertiefung des Flusses, keinesfalls aber auf einmal erfolgen.

Der Hofbaurath war damit einverstanden und erklärte es sogar für unumgänglich nothwendig, dass mit den Durchstichen in den tieferen Flusstrecken begonnen und nach und nach flussaufwärts fortgefahren werde und dass neu anzulegende Durchstiche stets durch das tiefste Terrain zu führen seien. Der Hofbaurath hielt jedoch dafür, dass es nothwendig sein werde, bei allen diesen Operationen mit Mässigung vorzugehen, sich also darauf zu beschränken, Durchstiche nur in jenen Serpentinen auszuführen, wo es augenscheinlich nothwendig und nützlich sei, und keine neuen und bedeutenden Nachtheile bringe und sonach alle jene Krümmungen, wo diese extremen Bedingungen nicht eintreten, bestehen zu lassen. Ein guter Leitfaden bei der Untersuchung, ob eine Serpentine vor der anderen durchstochen werden soll, sei übrigens die Beobachtung, ob das Gefäll und somit auch die Geschwindigkeit der Strömung in dieser Serpentine kleiner sei, als in den angrenzenden Flussstrecken. In ähnlichen hydraulischen Unternehmungen könne man jedoch, wenn auch die Mittel zur Deckung der Bauauslagen vorhanden wären, niemals in der Weise, wie bei Hoch- oder Strassenbauten verfahren, sondern müsse den Erfolg einer Operation abwarten, bevor man eine andere mit derselben zusammenhängende Arbeit unternimmt; man müsse nämlich den Vorgang der Natur, welche bei solchen Arbeiten nur langsam wirke, aufmerksam beobachten und ihre Kräfte und Mittel, anstatt sie zu stören, vielmehr benützen.

Bei einem solchen Vorgange würde es aber nicht möglich werden im voraus die Zeit zu bestimmen, in welcher alle Arbeiten beendigt werden könnten, wohl aber würde man bei demselben mit den hydraulischen auch die ökonomischen Rücksichten zweckmässig verbinden können, nachdem die Auslage, welche bedeutend ist, auf mehrere Jahre vertheilt, den Beitragspflichtigen weniger lästig fallen wird.

Der Hofbaurath war damit einverstanden, dass die Ausmündung der Wildbäche in die Etsch unter einem spitzigen Winkel bewerkstelligt werde, und dass, wenn es die Localverhältnisse gestatten oder räthlich machen, diese Wildbäche in sumpfige Gegenden geführt würden, damit sie dort ihr Materiale absetzen, und damit auf diese Art die Sümpfe der Cultur wieder zugeführt werden könnten.

Der Hofbaurath hielt es ferner für nothwendig, dass das Materiale, welches gegenwärtig im Inneren der Thäler sich noch befindet, dort zurückgehalten werde und empfahl die Anwendung von Thalsperren, wo die Localverhältnisse hiezu günstig seien. Er gieng dann auf die Frage der Waldcultur über und erklärte im Einverständnisse mit Nowak und mit der Baudirection, dass es für die Sicherheit der tieferen Provinzen von höchster Wichtigkeit sei, mit allem Ernste und mit aller Energie dahin zu wirken, dass die Behandlung der Wälder gehörig geregelt und dieselbe dem schädlichen Einflusse der Privatspeculation entzogen werden.

Dieser wichtige Gegenstand könne nach Maassgabe der Localverhältnisse und des Erfolges der vorgeschlagenen Thalsperren besonderen Verhandlungen unterzogen werden, und zur Ausschreibung eines Preises Anlass geben.[1]

Am Schlusse seiner Aeusserung erklärte der Hofbaurath, dass nachdem die Wildbäche die ursprüngliche Ursache der immer zunehmenden Verwilderung der Etsch sind, man damit beginnen müsse, diese im Inneren der Thäler mittelst Thalsperren zu regulieren, die Behandlung der Wälder zu verbessern und die Wiederaufforstungen zu befördern.

Hiemit schliesst der technische Theil der Aeusserung des Hofbaurathes über die Maassnahmen zur Regulierung des Etsch-Flusses. Bezüglich der von Nowak, von der Innsbrucker Baudirection und vom Hofbaurath anempfohlenen Fürsorge, die Bergabrutschungen durch Anpflanzungen hintanzuhalten, hat die vereinte Hofkanzlei dem Innsbrucker Gubernium insbesonders empfohlen, alles erforderliche, was nach den bestehenden Vorschriften in seinem Wirkungskreise stehe, baldmöglichst einzuleiten und sich zu äussern, ob diese Verfügung hinreichen könnte, oder was sonst zu unternehmen wäre, um einen so wichtigen Zweck ohne Beeinträchtigung der Rechte der Waldeigenthümer zu erreichen.

Die Hofkanzlei war ebenfalls geneigt, einen Preis, wenn er zur Aneiferung zweckmässig sein sollte, zu bewilligen.

B. In administrativer Beziehung hat die hohe Hofkanzlei infolge der erwähnten Allerhöchsten Entschliessung angeordnet, dass die Leitung der Arbeiten den betreffenden politischen Kreisbehörden, nicht aber, wie es vorgeschlagen war, einer besonderen Commission anvertraut werde, und zwar in Berücksichtigung, dass es sich nach dem für die Regulierungsarbeiten genehmigten System nicht darum handelt, gleichzeitig in der ganzen Länge der Etsch, sondern nur streckenweise von Zeit zu Zeit zu arbeiten, so dass dieses Geschäft unter die gewöhnlichen, in den Wirkungskreis der Behörden gehörigen Angelegenheiten gezählt werden könne.

C. In ökonomischer Beziehung hat die Hofkanzlei nach dem Antrage des Innsbrucker Landes-Guberniums genehmigt, dass die nothwendigen Auslagen von den Interessenten, jedoch in der Art bestritten werden, dass das Aerar ausser der Quote, welche ihm rücksichtlich der Schiffahrt und der Poststrasse zur Last fällt, auch noch aus Sanitäts-Rücksichten einen zu bestimmenden Beitrag zu leisten hätte.

[1] Diese Idee wurde in Frankreich ausgeführt und lieferte die ausgezeichnete Arbeit des A. Surell, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, welche im Jahre 1841 über Auftrag der „Administration des Ponts et Chaussées" veröffentlicht wurde. (Etude sur les torrents des Hautes-Alpes).

Hinsichtlich der Vertheilung der Auslagen auf die Betheiligten fand es die Hofkanzlei für zweckmässig, dass diese, bevor die Arbeit in Angriff genommen werde, darüber einvernommen würden, ob der erwartete Erfolg der erwähnten Regulierung auch die Auslagen lohnen und ihren Interessen entsprechen werde, und in welcher Weise sie zu den Baukosten zu concurrieren gedächten.

31. Capitel.

Die Allerhöchste Entschliessung vom 26. August 1826.

Diese letzte Frage und auch die auf die Wildbäche (Thalsperren, Aufforstungen u. s. w.) bezüglichen Andeutungen bildeten den Gegenstand neuer Verhandlungen, infolge welcher die k. k. Hofkanzlei auf Grund der Allerhöchsten Entschliessung vom 12. August 1826 mit dem Hofdecrete vom 26. August 1826, Nr. 23.578, dem Landes-Gubernium folgendes bekannt gegeben hat:

I. Nachdem die Etsch von Branzoll abwärts schiffbar und von Meran gegen Branzoll wenigstens flössbar ist, und nachdem die Verbauung der Wildbäche und Aufforstung der Berge mit dem Flussregime in Verbindung stehe, so obliege es zweifellos dem Aerar, zu den Baukosten beizutragen.

II. Der Beitrag der Betheiligten sowohl zu den Auslagen der Etsch-Regulierung als denjenigen der Wildbäche wird nach dem Verhältnisse des Nutzens zu bemessen sein, welchen ihre Grundstücke aus den Regulierungsarbeiten ziehen werden.

III. Nachdem auf diese Art dieser Beitrag nicht im voraus, sondern erst nach Beendigung der Arbeiten und nach ihrem Erfolge definitiv berechnet werden könne, so werden die Betheiligten vorschussweise Beiträge zu leisten haben, welche nur beiläufig und gegen nachträgliche Verrechnung bestimmt werden.

IV. Da es jedoch sehr schwer sei, die Verbesserung der Grundstücke, welche wirklich den erwähnten Arbeiten zuzuschreiben sein werden, genau abzuschätzen, so hätte das Landes-Gubernium vor allem dahin zu wirken, dass sich die Betheiligten für eine freie Beitragsleistung entscheiden. Seine Majestät hat einen jährlichen Aerarialbeitrag von 30.000 fl. zu bewilligen geruht.

Uebrigens hat die Hofkanzlei rücksichtlich der technischen und administrativen Leitung der Regulierungsarbeiten unter Berufung auf das frühere Hofdecret vom 3. October 1822, Nr. 27.323, wonach diese Arbeiten einen Theil der gewöhnlichen Beschäftigungen der betreffenden Kreisbehörden ausmachen sollten, beigesetzt, dass Seine Majestät anzuordnen geruht habe, dass die Leitung dieses Geschäftes einem Ingenieur anvertraut werde, welcher die nothwendigen Kenntnisse und Erfahrungen besitzt.

Während diese Verfügungen ihrer Reife entgegen giengen, nämlich in dem Zeitraume vom Jahre 1818 bis 1826, sind dennoch sechs Durchstiche, behufs der Regulierung einiger Serpentinen im Bozener Kreise ausgeführt worden, nämlich die Durchstiche von Stadlhof, von Pyglon, von Vill, von Neumarkt, von Laag und von Kurtinig.

Ausser diesen Durchstichen ist die Regulierung der Ausmündung des Eisack in die Etsch begonnen worden, welche nach Maassgabe der verfügbaren Geldmittel alljährlich fortgesetzt worden ist.

In langen Strecken an beiden Seiten der Etsch, besonders aber von der Ausmündung des Eisack bis zu jener des Noce wurden die bestehenden Uferwerke repariert, neue Deckwerke, Abweisbuhnen von Stein und Dämme hergestellt; die Wildbäche Noce, Avisio und Fersina sind von den Punkten an,

wo sie das Gebirge verlassen flussabwärts mit starken und hohen Ufermauern eingeschlossen worden.

Im Jahre 1845 wurde eine vollständige topographische Aufnahme des Etsch-Gebietes von Meran bis zur damaligen venetianischen Grenze bewerkstelligt, von welcher mir ein noch vorräthiges Exemplar seitens der hohen k. k. Statthalterei in Innsbruck gütigst zur Verfügung gestellt worden ist.

Aus dem Vergleiche dieser Aufnahme mit denjenigen, welche der k. k. Ingenieur Major Nowak in den Jahren 1803 bis 1805 ausgeführt hat, schliesst Pasetti, dass sich der Lauf der Etsch in den dazwischenliegenden 40 Jahren nicht wesentlich geändert habe bis auf die in den Jahren 1818 bis 1826 ausgeführten Durchstiche.

Ein ähnlicher Vergleich zwischen der von Pasetti vorgenommenen Nivellierung, von welcher ebenfalls eine Copie aus Tafel Nr. 15 ersichtlich ist, und derjenigen des Majors Nowak, konnte leider nicht angestellt werden, weil sich die letztere auf keine erkennbaren Fixpunkte, sondern lediglich auf die Ufer und Sohlen des Flussbettes bezog, welche nach so vielen Jahren nothwendigerweise bedeutende Veränderungen erlitten haben.

Pasetti gab in der schon erwähnten Denkschrift vom 14. December 1845 sein Gutachten dahin ab, dass die vom Hofbaurathe in seinem Gutachten vom 24. November 1819, Nr. 1119, gegebenen und durch die Allerhöchste Entschliessung vom 12. September 1822 als technische Norm für die Behandlung und Regulierung der Etsch in Tirol festgestellten, bereits erwähnten Grundsätze die richtigen seien und daher auch zu befolgen wären.

32. Capitel.

Das Gutachten Pasetti's vom 14. December 1845.

Pasetti hält das ganze Gefälle des Etsch-Flusses von Meran bis zur venetianischen Grenze für ziemlich permanent, hält aber dafür, dass dasselbe durch die Wildbäche Passer, Falschauer, Eisack, Noce, Lavis und Fersina durch Ablagerung von Geschieben an den Einmündungsstellen dieser Wildbäche gestört werde. Insbesondere erblickt Pasetti zwei grosse Staurücken im Etsch-Bette, von denen der eine, durch die Eisack-Ablagerungen verursacht, von der Gargazoner Brücke bis St. Florian reicht, während der andere durch weitaus mächtigere Staurücken sich von St. Florian bis zur venetianischen Grenze erstreckt und durch die Wildbäche Noce, Avisio, Fersina und Leno, ganz besonders aber durch den Felssturz von Marco verursacht worden sei. Dieser Felsabsturz ist nach Pasetti die Grundursache, dass das von den oberhalb dieser Verschüttung in die Etsch einmündenden Wildbächen mitgebrachte Materiale abgesetzt worden ist, wodurch sich secundäre Erhöhungen gebildet haben.

Auf die einzelnen Theilstrecken der Etsch übergehend, macht Pasetti die im Nachstehenden theils skizzierten, theils, wo dies nothwendig schien, wörtlich wiedergegebenen Bemerkungen.

Von Meran bis zur Einmündung des Eisack.

Die obere Etsch kommt bei Meran mit einem bedeutenden Gefälle an und bringt nach Pasetti nur wenig und feineres Materiale mit sich. Der hier einmündende Passer-Bach ist von Meran angefangen bis zur Ausmündung in die Etsch mit Uferwerken eingeschlossen und führt viel Gerölle; er bedroht manchmal die Stadt Meran und Mais nebst den anliegenden Besitzungen mit Ueberschwemmungen.

Drei Viertel Meilen tiefer mündet an der rechten Seite der Wildbach Falschauer in die Etsch, der in einer Strecke von Lana abwärts ebenfalls mit Ufermauern eingeschlossen ist und der Ortschaft Lana und den anliegenden Gründen öfters Gefahr bringt; er fliesst, beziehungsweise floss weiter unten vor der Ausmündung in die Etsch, in einer ziemlichen Strecke frei und setzte, indem er hier durch Anpflanzungen getheilt wurde, einen grossen Theil des mitgebrachten Materiales ab.

Das Flussbett der Etsch ist meistens und nur mit Ausnahmen einiger tieferliegender Strecken ausgewühlt; in einigen Strecken hat es versicherte und wohl erhaltene Ufer, in verschiedenen oft langen Strecken ist der Fluss sich selbst überlassen. Sowohl an seiner rechten, als auch an seiner linken Seite gibt es mehrere und ausgedehnte Sümpfe und die Bewohner jener Gegenden, die über diesen Umstand gefragt wurden, halten es in ihrem Interesse für nützlich und sogar für nothwendig, jene Sümpfe zu erhalten, um aus denselben Streu für ihre Thiere und Dünger zu gewinnen, woran sie Mangel leiden.

Zwischen den Gemeinden längs der Etsch besteht eine Uebereinkunft rücksichtlich der Grenzen der Besitzungen. Diese Grenzen sind die gerade Linie, welche zwei bestimmte Punkte, auf welche sich die Uebereinkunft bezieht, verbindet, und welche beiläufig der Mitte des Etsch-Thales folgt.

Der Fluss, der in dem Thale serpentienirt, schneidet die obenerwähnte Grenzlinie so durch, dass einige Grundstücke, welche an der linken Seite der Grenzlinie sind, sich gegenwärtig am rechten Ufer der Etsch, und andere, welche an der rechten Seite der Grenzlinie liegen, sich jetzt am linken Ufer der Etsch befinden. Solche Abschnitte der Grundstücke, welche die Etsch von den besitzführenden Gemeinden trennt, werden von denselben, wegen zu grosser Entfernung der die zwei Ufer verbindenden Brücken weder bebaut, noch geschützt; aber auch die anderen Gemeinden kümmern sich darum nicht, und so geschieht es, dass solche Parzellen unbebaut daliegen und dem Flusse preisgegeben sind.

Pasetti findet die Strecke von Meran bis zur Eisack-Mündung in dieser Hinsicht immer noch im nämlichen Zustande, in welchem sie von Major Nowak beschrieben worden ist. Er findet auch die Interessen der einzelnen Grundbesitzer zu verschieden und zu getheilt, als dass es an der Zeit wäre, an eine allgemeine Regulierung dieser Flusstrecke zu denken.

Zur Erzielung besserer Abflussverhältnisse und zur Vorbereitung künftiger Regulierungen schlägt Pasetti Folgendes vor:

a) die Entkräftung der Hochwässer der Wildbäche Passer und Falschauer und das Zurückhalten des von ihnen mitgebrachten Materiales;

b) die Erzielung eines guten Einverständnisses zwischen den Gemeinden des einen und des anderen Flussufers, damit, soviel es mit ihren Interessen nur vereinbar ist, die Grundparzellen, welche durch den Fluss von einer Gemeinde getrennt und einer anderen einverleibt werden, nicht unbebaut bleiben und der Zerstörung des Flusses preisgegeben werden;

c) eine Untersuchung, ob die Belassung der Sümpfe (Moose) wünschenswert sei und die Bildung von localen Wassergenossenschaften für Schutz- und Regulierungsbauten;

d) die Anpflanzung von Bäumen auf allen Grundstücken, welche der Ueberschwemmung ausgesetzt sind, wo kein Getreide angebaut werden kann und wo durch Baumpflanzungen die Gras- oder Streugewinnung nicht beeinträchtigt würde, was bei dem allgemeinem Mangel an Brennholz und auch für den Weinbau behufs Unterstützung der Reben besonders nützlich wäre.

Der Eisack-Fluss.

Pasetti findet, dass der Eisack, welcher kurz vor seiner Vereinigung mit der Etsch bei Bozen den Wildbach Talfer

aufnimmt und fast ebenso gross wie die Etsch ist, mit Ausnahme der letzten Strecke bei Bozen in tief eingewühltem Bette fliesst und daher keine bedeutenden Schäden verursacht.

Dasselbe gilt auch vom Talfer-Bach, welcher erst bei Bozen ein hoch gelegenes Bett hat, so dass seine Hochwässer sich über das Niveau der Stadt erheben, welche durch dieselben den grössten Schaden erleiden könnte, wenn sie nicht durch starke Mauern geschützt wäre.

Beide genannten Wildbäche bringen aus ihren Oberläufen viel Schotter mit, finden aber in der breiten Ebene bei Bozen Raum genug denselben abzulagern.

Die Vereinigung des Eisack mit der Etsch findet Pasetti regelmässig und dem Laufe derselben, sowohl rücksichtlich der Richtung als des Gefälles angemessen und bezeichnet es daher als hinreichend, wenn, wie es bereits damals beschlossen war, mit der Verlängerung des steinernen Werkes, durch welches sie an dem äussersten Vereinigungspunkte getrennt werden, das ist dem Separationswerke, jährlich fortgefahren werde.

Von der Vereinigung des Eisack bis zu der unteren Spitze des Mitterberges bei Gmund.

Da der Fluss in dieser Strecke zumeist längs der rechtsufrigen Berglehne fliesst, ist das zwischen dem rechten Ufer und dem Berge liegende Terrain von kleinem Werte, während das am linken Ufer liegende Terrain ausgedehnt, gut bebaut und sehr fruchtbar ist. Es ist auch durch hinlänglicch starke und hohe Mauern gegen Ueberschwemmungen des Eisack und der Etsch geschützt.

Pasetti findet sowohl das Gefälle des Flusses als die Breite des Bettes normal; der tiefere Theil dieser Strecke ist in den Jahren 1818 bis 1826 durch die zwei Durchstiche am Piglon und Stadlhof reguliert worden.

Bezüglich dieser Durchstiche bemerkt Pasetti:

a) Dass es zweckmässig wäre, die Einmündungen derselben zu regulieren, um zu verhindern, dass das Wasser noch immer in das alte Flussbett eindringe und um die Verlandung der Altbette zu bewirken.

b) Dass die übrig gebliebenen Pfahlwände, welche zur Bildung des neuen Bettes gedient haben, welche über den Wasserspiegel hervorragen, und hinter welchen sich der Fluss bereits verbreitet hat, bis zum Niveau des niedrigsten Wasserspiegels abgeschnitten, und dass die hinter denselben entstandenen Auswühlungen ausgefüllt und mit grossen, gutgelegten Steinen belegt werden sollten, um eine horizontale, beiläufig zwei Klafter breite Berme zu bilden. Die Seitenböschungen des Ufers räth Pasetti mindestens zweifüssig herzustellen.

Pasetti beantragt, dass diese Arbeiten, welche lediglich durch die mangelhafte Instandhaltung der Durchstiche nothwendig werden, von den Anrainern auf ihre Kosten ausgeführt werden sollen, weil sie nach seiner Meinung nicht die Regulierung der Etsch, sondern nur den örtlichen Schutz der Ufer zum Zwecke haben.

Uebrigens hält Pasetti in dieser Flusstrecke eine radicale Regulierung für überflüssig und wäre es nach seiner Meinung hinreichend, wenn man fortfahren würde, hier die Ufer nach alter Weise zu schützen.

Vor Beurtheilung der weiteren Etsch-Strecke von Neumarkt bis Besenello, welche wegen der grossen, darin vorkommenden Schäden von grösster Wichtigkeit ist, macht Pasetti noch darauf besonders aufmerksam, dass dieselbe durch die Wildbäche Noce, Avisio und Fersina in Thalbecken abgetheilt ist, welche untereinander nur durch den Fluss vereinigt, übrigens aber rücksichtlich der Entwässerung ihrer Binnenländer von einander gänzlich getrennt und unabhängig sind, weil ein jedes dieser Becken sich nicht anders, als bloss in die dasselbe durchziehende Flusstrecke innerhalb des Beckens selbst entwässern könne.

Von Gmund bis zur Ausmündung des Noce.
Rechte Seite.

Pasetti fand schon das Bett der Etsch in der ganzen Strecke von Gmund angefangen bis zur Ausmündung des Noce eingedämmt.

Er findet jedoch, dass die Dämme weder rücksichtlich des Materiales, aus welchem sie hergestellt sind, noch rücksichtlich ihrer Dimensionen und Stärken gleichförmig seien.

Ein kleiner Theil derselben von Gmund etwa 2 *km* abwärts bestehe aus Mauern, der grösste Theil aber aus Erde, welche in einigen Strecken mit Steintalud und steinernen Spornen geschützt sind, auch überall verschiedene Stärke und Höhe über den Hochwässern haben. Sie sind bis zur Brücke von Neumarkt in gutem, bis St. Florian in leidlichem Stande, dann aber flussabwärts werden sie immer schwächer und schwächer.

Das ganze ausgedehnte und fruchtbare Territorium war in früherer Zeit in einzelne, den Gemeinden von Kaltern, Kurtatsch, Tramin, Margreid u. s. w. gehörige Besitzungen getheilt und eine jede dieser Besitzungen hat ihre eigenen, abgesonderten Entwässerungscanäle gehabt, welche in die Etsch ausmündeten, ohne das Territorium der tiefer liegenden Nachbargemeinden zu berühren.

Die allmähliche Erhöhung des Flussbettes der Etsch hat nun, indem sie das Gefälle der Etsch immerwährend verminderte, die Nothwendigkeit herbeigeführt, diese letzteren flussabwärts zu verlängern, um die Grundstücke vor dem Rückstau zu befreien.

So ist es nach Pasetti geschehen, dass die Entwässerungscanäle der höher gelegenen Gemeinden einer nach dem anderen verlängert und mit jenen der tiefer gelegenen Gemeinden vereinigt wurden, und dass die nun gemeinsame Ausmündungsstelle dieser Binnen-Entwässerungscanäle in die Etsch immer tiefer und tiefer verlegt worden ist.

Bis zum Jahre 1830 hat sich der gemeinsame Entwässerungscanal der Gemeinden Kaltern, Kurtatsch, Tramin in die Etsch an der Grenze von Salurn ergossen.

Das an dieser Grenze tiefer gelegene Territorium hat einen eigenen Entwässerungscanal gehabt, der sich unweit oberhalb der Ausmündung des Noce-Baches in die Etsch ergoss.

Im Jahre 1831 ist endlich der Entwässerungscanal der oberen Gemeinden mit jenem der tieferen Gemeinden vereinigt und die Gewässer der ganzen Gegend von Kaltern bis Deutsch-Metz vereinigt durch den Haupt-Entwässerungscanal, „Kalterer Abzugsgraben“ genannt, in die Etsch oberhalb der Noce-Mündung eingeleitet worden, wo sie auch jetzt ausmünden.

Diese allmählichen Verlängerungen und Vereinigungen der Abzugsgräben sind infolge der immerwährenden Erhöhungen des Flussbettes der Etsch nothwendig geworden.

Diese Flussbetterhöhung selbst ist aber, ausser den allgemeinen Ursachen, aus denen Flussläufe verschlämmt zu werden pflegen, nach Pasetti's Ansicht durch folgende Umstände hervorgerufen worden:

a) Durch die unter einem rechten Winkel stattfindende Ausmündung des Noce in die Etsch, wodurch eine Rückstauung erfolge;

b) durch die Einengung des Noce mittelst Schutzmauern, wodurch der Geschiebetransport und die Ablagerung desselben in die Etsch erleichtert werde;

c) durch die in den Jahren 1818 bis 1826 erfolgte Ausführung der sechs oberen Durchstiche von Stadlhof, Pyglon, Vill,

Neumarkt, Laag und Kurtinig, deren erster Erfolg nach Pasetti der gewesen sei, dass der Abfluss des Wassers der Etsch von Stadlhof gegen Kurtinig beschleunigt, und daher das Vertragen des Flussmateriales zur Erhöhung der unmittelbar tiefer liegenden Strecken und folglich auch der Hochwässer verursacht würde, wodurch dann in der Flusstrecke von Kurtinig bis zum Noce, deren Gefälle infolge der Erhöhung des Flussbettes beim Einmündungspunkte in die Etsch immer vermindert wurde, nothwendigerweise die Ablagerung des aus den höheren Strecken kommenden Materiales und ein immerwährendes Höhersteigen der Hochwässer verursacht wurde.

Aus den an Ort und Stelle erhobenen Daten constatierte Pasetti, dass sich das Bett der Etsch in den letzten fünfzig Jahren, also vom Jahre 1795 bis 1845 bei St. Michele an der Einmündungsstelle des Noce um mehr als $4^1/_2$ Fuss erhöht hatte.

Nachdem ferner die Dämme der Etsch unterhalb Kurtinig zu schwach waran, so sind sie fast von jedem Hochwasser immer durchbrochen worden. Bei solchen Dammbrüchen war die ganze Ebene von Kurtinig bis St. Michele überschwemmt.

Das Hochwasser vom Jahre 1845 überschwemmte hier nicht nur alle Sümpfe in der Ausdehnung von 1,869.600 Quadrat-Klafter, sondern auch die bebauten Grundstücke in einer Ausdehnung von 1,389.800 Quadrat-Klafter, so dass also zusammen eine Fläche von 3,259.400 Quadrat-Klafter unter Wasser stand.

Pasetti erklärt die Lage der Gemeinden am rechten Etsch-Ufer für sehr bedauernswert, weil sie von den Hochwässern der höher gelegenen Grundstücke belästigt wurden, ohne dass ihnen die Möglichkeit geboten war, ihre Gründe entwässern zu können, da der Schuttkegel des Noce dies verhinderte.

Linkes Etsch-Ufer.

Dieses Ufer war nach Pasetti nicht überall eingedämmt; es war im Viller und Neumarkter Moos, in der Gegend von St. Florian und von der Grenze des Territoriums von Salurn bis zur Brücke von Masetto ohne Dämme.

Die in anderen Strecken bestehenden Dämme fand Pasetti im allgemeinen unregelmässig und schwach. Wegen dieses schlechten Zustandes der Dämme und der zunehmenden Erhöhung des Flussbettes der Etsch, besonders von Kurtinig abwärts, überschwemmen und verheeren die Hochwässer die anliegenden Grundstücke und Ortschaften bis zum Fusse des Berges und überfluten auch in sehr langen Strecken die Poststrasse. Das Hochwasser vom Jahre 1845 hat nach Pasetti ausser den beständigen Sümpfen, welche damals 491.050 Quadrat-Klafter Ausmaass hatten, auch an bebauten Grundstücken ein Flächenausmaass von 997.850 Quadrat-Klafter also zusammen eine Fläche von 1,488.900 Quadrat-Klafter überschwemmt.

Während nach Pasetti diese Ueberschwemmungen am linken Etsch-Ufer ihren Grund ausschliesslich nur in dem Mangel an Dämmen oder in der Schwäche derselben hatten, lag ausserdem die Ursache der beständigen Versumpfung verschiedener Grundstücke in dem Mangel der Vorflut derselben.

Die Beschaffung der Vorflut war nach Pasetti wegen der hohen Lage des Etsch-Bettes und bei dem Umstande, dass der Abzugscanal von Salurn an keinen tiefer gelegenen Punkt in die Etsch eingeleitet werden konnte, unmöglich.

Es fliesst hier nämlich die Etsch am Fusse des Berges, so dass für eine Verlängerung des Salurner Abzugsgrabens kein Raum vorhanden war.

Die Grundbesitzer von Salurn haben daher Pasetti gegenüber den Wunsch geäussert, dass der bereits vom k. k. Ingenieur Major Nowak beantragte Durchstich der Etsch bei Salurn ausgeführt werden möchte, um den Fluss von ihrem Territorium, welches er bei jedem Hochwasser überschwemmt, zu entfernen und wodurch die Möglichkeit herbeigeführt werden sollte, ihren Abzugsgraben weiter flussabwärts zu verlängern.

Pasetti erklärte sich jedoch, wiewohl er die Nützlichkeit dieses Durchstiches für Salurn zugab, gegen die Ausführung desselben und zwar aus Rücksicht für die tieferen Strecken der Etsch, welche nach seiner Meinung ohnedies schon durch den Noce zu sehr geschädigt würden.

Erst nach Ausführung der Arbeiten zur Regulierung der Etsch-Strecke an der Einmündung des Noce wäre nach Pasetti die Ausführbarkeit des Salurner Durchstiches in Erwägung zu ziehen.

An den in dieser Strecke in den Jahren 1818 bis 1826 ausgeführten Durchstichen von Vill, Neumarkt, Laag und Kurtinig bemerkt Pasetti dieselben Mängel, welche in der vorhergehenden Strecke an den Durchstichen von Stadlhof und Pyglon ausgestellt worden sind und es wären daher nach seiner Meinung auch an ihnen dieselben Verbesserungen auszuführen, wie für die zwei oberen Durchstiche von ihm beantragt worden sind und zwar ebenfalls von den Gemeinden selbst und auf ihre Kosten.

Vom Noce- bis zum Avisio-Bache.

In dieser Strecke fand Pasetti die Etsch im oberen Theil an der rechten und linken Seite mit hinlänglich starken Steinufern umschlossen, während die übrige tiefere Strecke stellenweise schwache Dämme und theilweise Steinufer besass.

Das Terrain am rechten Ufer der Etsch zwischen dieser und dem Berge fand Pasetti niedriger als das Flussbett; es bildet an der Berglehne einen ausgedehnten Sumpf, „Zambaner Moos" genannt; dieses hatte einen Flächenausmaass von 397.850 Quadrat-Klafter und war, wenn auch in geringerer Ausdehnung, schon zur Zeit der Aufnahme des Majors Nowak zu Anfang dieses Jahrhundertes vorhanden.

Das allmähliche Erhöhen des Flussbettes der Etsch infolge des Schuttkegels des unterhalb einmündenden Avisio-Wildbaches hat auch das allmähliche Erhöhen des Bettes der oberen Strecke und somit auch des Nieder- und des Hochwassers nach sich gezogen.

Hiedurch vergrösserte sich die Ausdehnung des Zambaner Mooses.

Die Ausdehnung der Ueberschwemmung des Hochwassers vom Jahre 1845 war nach Pasetti folgende:

Das Zambaner Moos am rechten Ufer	397.850 Qu.-Klafter
der Sumpf am linken Ufer	90.000 „
also an Sümpfen zusammen	487.850 Qu.-Klafter
Hiezu kommt das bebaute Land am rechten Ufer mit	1,521.100 Qu.-Klafter
und am linken Ufer mit	656.250 „
daher zusammen	2,665.200 Qu.-Klafter

Die Kirche und die Ortschaft St. Rocco waren hiebei 4 Fuss tief unter Wasser.

Die bedeutende Zunahme der Versumpfungen und Ueberschwemmungen, welche sich auf diesem ausgedehnten Territorium sowohl oberhalb als unterhalb des Noce ausgebreitet haben, hat die Nothwendigkeit einer Vorkehrung dagegen ersichtlich gemacht.

Die Grösse der Auslagen, welche die radicale Sanierung erfordert hätte, die Niederschlagenheit und Uneinigkeit der Gemüther hat jedoch zur Folge gehabt, dass nur eine beschränkte Abhilfe in Antrag gebracht worden ist.

Diese beschränkte Abhilfe war die Ableitung des Noce-Wildbaches, welche auf Grund des Projectes vom December 1843 in Antrag gebracht wurde.

Die Entsumpfung des Etsch-Thales oberhalb St. Michele durch Ableitung des Noce gegen sein rechtes Ufer weiter flussabwärts in die Etsch wurde zum erstenmale von den oberen Gemeinden in einer Petition an den Tiroler Landtag im Jahre 1790 in Anregung gebracht und später im Jahre 1804 von Major Nowak und im Jahre 1818 von der Innsbrucker Baudirection geplant.

Pasetti beantragte nun im Jahre 1845 den Noce-Bach gegen das rechte Ufer abzuleiten, mit der ebenfalls abzulenkenden Etsch zu vereinigen und sodann beide vereint in das schon erwähnte Zambaner Moos zu führen.

Diese Maassregel wurde nicht nur von den oberen Gemeinden, sondern auch von Zambana-, Nave- und der Avisio-Wassergenossenschaft für zweckmässig erklärt, nur verlangte die letztere, dass dies erst nach der Ableitung des Avisio ausgeführt werden sollte.

Pasetti war der Ansicht auch, durch die nun ermöglichte Verlängerung des Kalterer Abzugsgrabens das ganze rechtsseitig gelegene Terrain gehörig entwässern zu können.

Nachdem das Zambaner Moos, welches niedriger liegt, als das Flussbett, nach Pasetti einen nur unbedeutenden Ertrag abwarf und die Luft zum Nachtheile der Gesundheit der dortigen Bewohner verdarb, nachdem es weiters einen hinlänglich grossen und tiefen Raum darbot, um das Einleiten der Noce-Geschiebe in die entferntesten und tiefsten Stellen desselben zu gestatten, und nachdem hiedurch in der Zukunft dieses Moos in fruchtbare Gründe umzuwandeln Hoffnung vorhanden war und überdies Zeit gewonnen wurde, in den oberen Strecken des Noce im Gebirge zu arbeiten, um die Geschiebe daselbst zurückzuhalten, so war am Erfolge der geplanten Noce-Ableitung nicht zu zweifeln.

Ausserdem musste hiedurch auch das Territorium unterhalb des Noce am linken Ufer, sowie dasjenige am rechten Ufer vom Rückstau des Noce befreit werden, was auch auf den Verlauf der Hochwässer in der ganzen oberen Gegend von günstigstem Einflusse sein musste.

Um sodann das ganze obenerwähnte Terrain oberhalb und unterhalb des Noce gänzlich von Ueberschwemmungen zu sichern, beantragt Pasetti ausserdem noch die Dämme sowohl am linken, als auch am rechten Ufer zu ergänzen und in solider Weise zu reconstruieren, ferner den Kalterer Abzugsgraben zu verlängern und mit einer Schleusse zu versehen.

Durch diese Maassregel hoffte Pasetti die Sümpfe am rechten Ufer der Etsch oberhalb des Noce, deren Oberfläche 1,869.600 Quadrat-Klafter beträgt, und auch den Sumpf am linken Ufer unterhalb des Noce im Flächenausmaasse von 900.000 Quadrat-Klafter, zusammen also 2,769.600 Quadrat-Klafter Sumpf auszutrocknen und einer höheren Cultur zuzuführen. Ausserdem sollte durch die angedeutete Herstellung und Reparatur der rechtsseitigen Dämme oberhalb des Noce am rechten Ufer ein Terrain im Flächenausmaasse von 1,389.800 Quadrat-Klafter, und unterhalb des Noce am rechten und linken Ufer eine Fläche von 1,704.400 Quadrat-Klafter, daher zusammen 3,094.200 Quadrat-Klafter Landes vor Ueberschwemmung befreit werden.

Schliesslich sollte nach Pasetti der Zustand eines bereits versumpften Terrains oberhalb des Noce am linken Ufer der Etsch im Flächenausmaasse von 583.050 Quadrat-Klafter, und eine andere den Ueberschwemmungen ausgesetzte Fläche von 1,053.150 Quadrat-Klafter, also zusammen von 1,636.200 Quadrat-Klafter melioriert werden.

Wenn der Wert der Verbesserung eines so ausgedehnten Territoriums noch so gering veranschlagt wird, so würde er nach Pasetti die Baukosten bedeutend überschreiten, daher die Anlage, abgesehen von sanitären und anderen öffentlichen Rücksichten, jedenfalls eine nützliche genannt werden könne.

Die Auslagen für die Ableitung der Etsch und des Noce in das Zambaner Moos nebst ihrer Eindeichung sollten nach dem Antrage Pasetti's zum Theile dem Aerar, zum Theile den Anrainern, diejenigen der Verlängerung des Kalterer Abzugsgrabens, der Schleusse und der Damm-Reconstructionen oberhalb St. Michele ganz den Privaten zur Last fallen, mit Ausnahme jener Quote, welche das Aerar mit Rücksicht auf die Sicherung der Reichsstrasse beizutragen hätte.

Die Kosten des Unternehmens waren mit 82.508 fl. präliminiert.

Der Avisio-Bach.

Pasetti erkennt als den Hauptübelstand an der Avisio-Mündung in die Etsch, dessen beinahe senkrechte Richtung zum Etsch-Flusse und den mächtigen Schuttkegel desselben, durch welchen die Etsch an die gegenüberliegende Berglehne gedrängt wird.

Von dem Punkte an, in welchem der Avisio-Bach oberhalb der Ortschaft Lavis aus der Thalschlucht hervortritt, ist derselbe zwischen Ufermauern eingeschlossen, welche nach aussen divergieren, was Pasetti wegen Bildung grösserer Ablagerungsplätze billigt, hingegen verurtheilt er die Anwendung von Holzrechen, mittelst welchen das Holz bis zur Sägemühle und Holzniederlage bei „ai Vodi“ getriftet wurde, weil hiedurch der mittlere durch jene Rechen eingeschlossene Theil des Bachbettes übermässig gehoben werde.

Major Nowak beantragte die Ableitung des Avisio gegen Trient; Pasetti spricht sich jedoch dagegen mit Entschiedenheit aus, weil die Etsch-Hochwässer bei dem starken Gefälle zwischen Lavis und Gardolo im Trienter Becken beschleunigt ankommen würden, was mit Rücksicht auf die ohnehin schon aufs äusserste bedrohte Lage der Stadt Trient nicht verantwortet werden könnte. Der Schaden, welcher hiedurch der Stadt Trient und dem Campo Trentino zugefügt würde, wäre nach Pasetti viel grösser, als die unbedeutende Erleichterung, welche dadurch den nicht weit oberhalb der Ausmündung am rechten Ufer des Avisio gelegenen Grundstücken verschafft werden würde.

Schliesslich spricht sich Pasetti für die Verlängerung der rechtsseitigen Ufermauer des Avisio aus.

Von Lavis bis Besenello.

In dieser Strecke des Flusses mangeln nach Pasetti meistens ordentliche Bedeichungen; in einigen Strecken ist er mit Steinwerken begrenzt, welche, da sie sich über die anliegenden Grundstücke erheben, auch den Dienst der Dämme verrichten; in einigen Strecken ist er mit kleinen, unförmlichen und sehr niedrigen Dämmen eingeschlossen, in anderen ist er gänzlich ohne Bedeichung.

Der Wildbach Fersina mündet beiläufig 1500 Klafter unterhalb Trient in die Etsch aus, und da er zwischen Ufermauern eingezwängt ist, welche ein sehr enges Bett bilden, so erzeugt er einen Staurücken, welcher sich über die ganze Breite des Thales erstreckt, und die Etsch so sehr staute, dass Pasetti das Gefälle von Trient bis zur Ausmündung der Fersina auf 0·35 per Mille reduciert fand. Diese zunehmende Erhöhung des Etsch-Bettes an der Einmündungsstelle der Fersina verursachte eine allmähliche Erhöhung des ganzen Flussbettes in der oberen Strecke gegen Gardolo zu und

somit einen Verlust an der früheren Tiefe des Flussbettes, welches nicht ganz in der Erde eingewühlt war.

Die Hochwässer, da sie wegen der immerwährenden Erhöhung des Flussbettes von demselben nicht mehr aufgenommen, und von den in den letzten Jahren vor der Besichtigung seitens Pasettis hergestellten unregelmässigen und schwachen Dämmen nicht aufgehalten werden können, überschwemmen in einer zunehmenden Ausdehnung und Höhe die anliegende Gegend und auch die Stadt Trient, wozu auch die scharfe Serpentine am Centa, unmittelbar oberhalb und hart an der Stadt viel beiträgt, welche durch den Widerstand, den sie dem Wasserabflusse entgegensetzt, die schädlichen Folgen der Rückstauung und Flussbett-Erhöhung noch vermehrt.

Unterhalb Trient vergrössert sich zwar das Gefälle der Etsch, doch hinderten die Serpentinen von Lidorno und Ischia Perotti den Abfluss.

Zur Zeit der Besichtigung Pasetti's war gerade der Durchstich bei Ischia Perotti eröffnet worden, während die Verhandlungen wegen des Lidorno-Durchstiches noch in der Schwebe waren.

Pasetti befürwortet die Ableitung der Fersina gegen das linke Ufer in der Richtung des gelegentlich des Hochwassers vom Jahre 1845 erfolgten Ausbruches der Fersina und die Räumung des Staurückens an der Einmündungsstelle.

Sollte dann noch nicht abgeholfen sein, so empfiehlt Pasetti den Durchstich von Centa und die Eindämmung der Etsch am linken Ufer innerhalb Trient, sowie schliesslich die beiderseitige Eindämmung der Etsch zwischen Trient und Besenello, damit alle Hochwässer im Flussbett, ohne zu exundieren, schadlos abgeführt werden könnten.

Was die Repartierung der Kosten der Regulierung anbelangt, so hätte zu den Kosten des Centa-Durchstiches, der Fersina-Ableitung, des Lidorno-Durchstiches und der Räumung des Stau-Ufers der Fersina der Staat mit Rücksicht auf die öffentlichen, namentlich sanitären Interessen weit mehr beizutragen, als zu den Damm-Anlagen unterhalb Trient, welche lediglich den Schutz der Grundstücke bezwecken und daher mit Ausnahme des Interesses des Aerars an der Erhaltung der Poststrasse, hauptsächlich im Interesse der Grundbesitzer liegen.

Von Besenello bis zur venetianischen Grenze.

Bei Besenello endigt die im Nowak'schen Projecte berücksichtigte Strecke.

Das Gefälle des Flusses von Besenello bis Sacco ist schwach wegen des Rückstaues des Leno-Schuttkegels. Pasetti erwähnt hier noch die Serpentine von Nomi, welche damals noch nicht durchstochen war. Von Sacco bis zur Grenze findet Pasetti das Gefälle und die Geschwindigkeit des Flusses sehr gross und erwähnt hier auch der Serpentine von Marco, welche damals ebenfalls noch in unregulierter Weise bestand. Das Terrain des Thales liegt über dem Niveau des Flusses, gegen welchen es sich neigt und es sind nur kleine Streifen desselben den Ueberschwemmungen ausgesetzt, indem das Flussbett hinlänglich eingewühlt ist. Mit Ausnahme der zwei Serpentinen von Nomi und Marco zeigt nach Pasetti der Lauf des Flusses keine Unregelmässigkeiten oder Zustände, welche eine Regulierung erheischten. Die zufälligen Ueberschwemmungen einzelner Gebietsstreifen glaubt Pasetti nur durch Dämme beheben zu können.

Was die in dieser Flusstrecke zu treffenden Maassnahmen anbelangt, so glaubt Pasetti, dass erst nach Ausführung der oberen Durchstiche von Lidorno und Centa weitere Beobachtungen in den Serpentinen von Aldeno und Nomi zu machen wären, um die Wirkung dieser oberen Durchstiche auf den unteren Flusslauf kennen zu lernen und erst darnach die weiters zu treffenden Maassnahmen in Erwägung zu ziehen.

Die Serpentine von Marco entstand durch einen Einriss im Jahre 1823, wie dies aus der Situation ersichtlich ist; trotz der damals angeregten Durchstechung dieser Serpentine hat sich Pasetti gegen dieselbe erklärt, weil nach seiner Ansicht hiedurch die Schiffahrt erschwert und kein besonderer Vortheil geschaffen würde.

Allgemeine Andeutungen Pasetti's über die Behandlung des Flusses.

Pasetti erklärt in dieser Beziehung die vom Hofbaurathe gegebenen und von Seiner Majestät im Jahre 1822 allerhöchst genehmigten Normen und Andeutungen als einen zweckmässigen Leitfaden.

Vor allem erklärt er die Vollendung der sechs Durchstiche von Stadlhof, Pyglon, Vill, Neumarkt, Laag und Kurtinig für dringend, während er für die übrige Flusstrecke nachstehende Andeutungen ertheilt:

I. Alle in das Flussgebiet vorspringenden Werke, als Parallelwerke, Abweissporne u. s. w. wären zu cassieren und die Errichtung derartiger neuer Werke zu untersagen.

II. Uferschutzwerke der Anrainer sind als Deckwerke parallel mit dem Lauf des Flusses derart anzulegen, dass sie den Lauf und die Breite des Flusses nicht beeinträchtigen.

III. mit Ausnahme der bereits ausgeführten Durchstiche wäre die Breite des Flussbettes vom Eisack bis zum Noce mit 26 bis 30 Klaftern für den niedrigen Wasserstand und mit 45 bis 53 Klaftern für das Hochwasser zu bemessen.

In der Strecke vom Noce bis zum Avisio handelt es sich nach Pasetti darum, ein ganz neues Flussbett herzustellen, daher auch die Breite desselben nach den Detailaufnahmen ausgemittelt werden müsste. Vom Avisio bis zur Grenze wäre das Flussbett für den niedrigen Wasserstand 34 bis 38 Klafter und für die Hochwässer 50 bis 70 Klafter breit zu halten.

IV. an jenem Ufer, welches den Schiffahrts-Rücksichten entspricht, wäre ein 1 bis 2 Klafter breiter Raum für den Treppelweg zu reservieren.

Die Wildbäche.

Nach Pasetti sind die bedeutendsten Wildbäche, welche zur fortwährenden Veränderung des Etsch-Laufes beitragen, die Passer, der Falschauer, der Eisack, der Noce, der Avisio und die Fersina; alle anderen sind nach seiner Meinung von geringerer Bedeutung.

Die Wassermenge, welche diese Bäche herabführen, steht nach Pasetti in keinem Verhältnisse zu der überaus grossen Geschiebemenge, welche vom Wasser aus den entwaldeten Gehängen und Bachbetten dem Etsch-Flusse zugeführt wird.

Diese schon damals allgemein bekannte Thatsache war Ursache, dass schon in den Jahren 1822 und 1826 und namentlich mit den Hofdecreten vom 5. Juni 1828, Nr. 12.238 und vom 12. März 1835, Nr. 5565 verschiedenartige Maassregeln getroffen worden waren.

In diesen Hofdecreten ist bezüglich der Wildbäche, insbesondere die Regulierung des Noce, des Avisio und der Fersina bedacht und angeordnet worden, dass zu diesem Zwecke ein Drittheil der von Sr. Majestät als Beitrag der Regulierung der Etsch jährlich bewilligten 30.000 fl. bestimmt werde.

Infolge dieser Verfügung ist in dieser Angelegenheit nach Pasetti's Angaben Folgendes geschehen:

a) Die Gemeinde von Schluderns im Vintschgau hat in dem durch ihren Wohnort und Territorium fliessenden Wildbache Saldur auf ihre Kosten und unterstützt vom Aerar

sechs Thalsperren von Holz hergestellt, um das Gerölle desselben im Innern des Thales zurückzuhalten.

b) Die Gemeinden Brad und Agums begannen im Wildbache Sulden im Vintschgau Vorbereitungen, um in demselben auf ihre Kosten Thalsperren herzustellen, wobei sie eine Unterstützung des Aerars erhielten.

c) Der in dieser Angelegenheit einvernommene Landrichter von Meran hat erklärt, dass, wenn die k. k. Administration sich entschliessen würde am Wildbache Passer Thalsperren zu bauen, er sich verpflichte, die Gemeinden zu einem Beitrage zu den Kosten zu bewegen. Die Gemeinden von Marling sind um die Regulierung der Passer schon früher eingeschritten.

d) Die Gemeinden und der Landrichter von Lana haben erklärt, dass sie bereit sind, und wünschen, zu den Thalsperren im Wildbache Falschauer, wenn die k. k. Administration deren Herstellung unternehmen sollte, Beiträge zu leisten.

e) Die im Jahre 1824 ausgeführte Erhöhung der Thalsperre von Pont' alto an der Fersina um 24 Fuss, infolge welcher sie auf 140 Fuss Höhe über das Bett des Wildbaches gebracht wurde.

f) Die im Jahre 1840 erfolgte Vorlage des Projectes für die Regulierung der Fersina mittelst Thalsperren, Mauern und Anpflanzungen, ein Project, welches vom Insbrucker Gubernium verhandelt wurde.

g) Infolge der vom Insbrucker Gubernium getroffenen Verfügungen hat der Kreisingenieur von Trient die Detailerhebungen für die Verfassung des Projectes zweier Thalsperren im Wildbache Noce, nämlich jener bei Pont' alto und jener alla Rocchetta, bereits vorbereitet.

h) Am oberen Avisio im District Cavalese hat sich ein Verein der Gemeinden gebildet, welche Waldungen besitzen, um gemeinsame Maassregeln wegen Zurückhaltung des Geschiebes im Gebirge zu ergreifen.

Die Beschaffenheit des Nebels und die immer wachsende Nothwendigkeit einer Abhilfe ist nach Pasetti bereits näher bekannt und hat sich in der öffentlichen Meinung eine Majorität zu Gunsten energischer, zu ergreifender Maassregeln gebildet.

Um diese erwünschte Abhilfe zu schaffen, empfiehlt Passetti folgende Maassnahmen:

1. Die Anbringung von Thalsperren, wo sie nur immer möglich und nützlich sein können;

2. die Herstellung der Stützmauern an den Bergabhängen, wo Rutschungen stattfinden, und die Befestigung der letzteren mittelst Anpflanzungen, Zäunen und Besamungen, damit eine Rasendecke erzielt werde;

3. die Bestimmung und Aufrechthaltung einer den gegenwärtigen Verhältnissen angemessenen Grenze für die Abholzung der Wälder, um ihr Bestehen und ihren Nutzen zu sichern, und für das Auflockern der mit Gestrüppe und dergleichen bewachsenen Bergabhänge, um sie vor Verfall zu bewahren, ferner die Festsetzung zweckmässiger Vorschriften, um die Bewässerung der Wiesen in den Gebirgen unschädlich zu machen;

4. das Einstellen oder Einschränken des Weidens, insbesondere des Weidens der Ziegen, an gefährdeten Abhängen;

5. das Einstellen der Holztriftung an den Wildbächen, insbesondere am Avisio;

6. die Vereinigung des gegenwärtig unter mehreren Gemeinden vertheilten und verschiedenen Rechten unterworfenen Besitzes der Gemeindegründe oder Waldungen.

Was insbesondere die Ausführung der Thalsperren anbelangt, so hält Pasetti eine solche in kleineren Wildbächen für leicht ausführbar; an grossen Wildbächen verursachen jedoch derartige Bauten, welche nach Pasetti gerade hier am nützlichsten sind, grosse Schwierigkeiten und Auslagen, daher auch nach seiner Meinung die Verfassung der betreffenden Projecte einem erfahrenen und praktisch gebildeten Ingenieur anvertraut werden müsste.

Was die Maxima der Thalsperren anbelangt, so gibt Pasetti als zweifellos zu, dass dieselben heroische Mittel sind, dafür ist aber auch ihr Erfolg ausgiebig und unmittelbar.

Rücksichtlich der Oertlichkeit, in welcher Thalsperren anzulegen seien, darf keine Willkür stattfinden; man muss sie nach Pasetti an jenen Thalengen anlegen, wo der Wildbach in beständigen und felsigen Schluchten fliesst und wo sich das Thal unmittelbar oberhalb der Schlucht ausbreitet, um ein breites Becken zu erhalten.

Pasetti empfiehlt das Studium der in die Etsch einmündenden Wildbäche, behufs Wahl von geeigneten Baustellen für Thalsperren.

Nach seiner Meinung wäre die Herstellung der Thalsperren eine Arbeit, welche unabhängig von den für das flache Land in Antrag gebrachten Maassregeln ausgeführt werden könnte. Die grossen Thalsperren würden dem flachen Etsch-Thale einen namhaften und baldigen Nutzen bringen und einen grossen Schritt zur Beruhigung der Gebirge bilden.

Hiemit sind wir beim Schlusse des für die Etsch-Regulierung grundlegenden Gutachtens Pasetti's vom 14. December 1845 angelangt.

Schon mit Allerhöchster Entschliessung vom 12. December 1846 wurden diese von Pasetti in Antrag gebrachten Projecte genehmigt und die Anordnung getroffen, dass ausser denselben kein anderer Regulierungsbau an der Etsch geführt werden dürfe.

Auch der tirolische Landtag erklärte in seiner Sitzung vom 14. Mai 1847 die Etsch-Regulierung als eine Landesangelegenheit.[1]

Die Ausführung der einzelnen projectierten Bauten wurde nur nach Maassgabe der disponiblen Mittel in Angriff genommen und wurden trotz der politischen Wirren und kriegerischen Verwickelungen der damaligen Zeiten, dennoch einige wichtige Regulierungsbauten in rascher Folge ausgeführt.

Insbesondere wurden bis zum Jahre 1850 die Durchstiche von Lidorno und Ischia Perotti ausgeführt und in den Jahren 1849 bis 1853 die schon besprochene und von Pasetti empfohlene Ableitung des Noce in das Zambaner Moos unter der Leitung des Trienter Kreis-Ingenieurs Meussburger bewerkstelligt, wobei durch diesen genialen Ingenieur die erste Felssprengung in grossem Maasstabe ausgeführt wurde, so dass aus dem hiedurch gewonnenen Materiale die Steinpflasterung der ganzen Noce-Regulierung bestritten werden konnte.

Durch diese Arbeit hatte sich Meussburger, welcher im Gebiete der Wildbachverbauung in Tirol nach dem Muster des k. k. Baudirections-Adjuncten Duile[2] bahnbrechend vorgieng und beispielsweise die Regulierung des Rio maggiore bei Levico in sehr gelungener Weise durchführte, einen grossen Ruf errungen und auch später behauptet.

[1] „Bericht des Inundations-Ausschusses über den Gesetz-Entwurf, betreffend die Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco." Berichterstatter Dr. Ritter v. Graf. — Aus diesem Berichte ist ein grosser Theil der weiteren Ausführungen entnommen.

[2] Ueber Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern von Josef Duile, k. k. tirolisch-vorarlbergischen Provinzial-Baudirections-Adjuncten. Innsbruck 1826, Wagnersche Buchhandlung (zweite Auflage im Jahre 1834).

Nach Ausführung der Noce-Ableitung wurde nach dem Hochwasser 1851 der Etsch-Durchstich bei Masetto ausgeführt, bei welchem der gegenwärtig im Strassen- und Wasserbau-Departement des k. k. Ministeriums des Innern thätige k. k. Oberbaurath Beckmann unter der Leitung Meussburger's thätig war.

Weiters gelangten zur selben Zeit Schutzbauten am rechten Etsch-Ufer bei Salurn, die Verlängerung des Kalterer Abzugsgrabens und die Herstellung des Steindammes am Ausflusse des Porzen-Grabens zur Durchführung.

Für die zum Schutze von Salurn bestimmten Arbeiten leistete der Staatsschatz seit dem Jahre 1846 den unrückzahlbaren Betrag von 79.647 fl. C.-M. Gleichzeitig, d. i. in den Jahren 1850 bis 1853, wurde der Etsch-Durchstich alla Virginia mit einem Kostenbeitrage der Privat-Interessenten von 33.000 fl. bewerkstelligt und verschiedenes zur Erhaltung und Verbesserung der bestehenden Etsch-Bauten von Branzoll abwärts gethan.

Später wurde der Bau der Thalsperre am Noce in der Localität „alla Rocchetta" begonnen, die Thalsperre bei Cantanghel vollendet und die Etsch-Durchstiche von Centa und Briamasco zur Sicherung der Stadt Trient durchgeführt, für welche Arbeiten der Staat im ganzen 1,811.000 fl. verausgabt hat.

Schliesslich wurden gelegentlich des Baues der Eisenbahn Bozen-Verona durch die Staatseisenbahn-Verwaltung auf Rechnung des Bahnärars die zwei Etsch-Durchstiche von Nomi und Marco ausgeführt.

Zu den Kosten des Centa-Durchstiches trug die Stadt Trient den dritten Theil der Kosten bei.

Infolge der Kriege von 1859, 1864 und 1866 und der damit verbundenen anderweitigen grossen Staatsausgaben musste naturgemäss auch die Etsch-Regulierung leiden, wodurch der Plan Pasetti's ins Stocken gerieth.

Da erscholl im Jahre 1868 neuerlich ein furchtbarer Mahnruf. Es war dies das verheerende Hochwasser, welches in den Tagen vom 4. bis 6. October dieses Jahres Schrecken und Verwüstung über das Etsch-Thal breitete und die Existenz und künftige Bewohnbarkeit eines grossen Theiles desselben in Frage stellte.

Trotzdem die Etsch-Regulierung im Jahre 1847 als Tiroler Landesangelegenheit erklärt worden war, erkannte auch die Staatsregierung in wohlverstandener Fürsorge für das treue Land Tirol ihre Pflicht zur Etsch-Regulierung, welche die Kräfte des Gebirgslandes weitaus übersteigt, das ihrige beizutragen, und so wurde vom Reichsrathe ein Beitrag von 350.000 fl. aus Staatsmitteln bewilligt. Im Nachhange zu diesem Beschlusse der Reichsvertretung beschloss auch der Tiroler Landtag die Etsch-Regulierung, und zwar vorläufig in der Strecke von Gmund bis Deutsch-Metz als eine die Landes-Interessen im hohen Grade berührende Angelegenheit zu erklären und zur Ausführung der Etsch-Bauten einen Landesbeitrag in der Weise zu gewähren, dass vom Jahre 1870 angefangen für die Dauer der fünfjährigen Bauperiode jährlich 25.000 fl. aus dem Approvisionierungsfonde angewiesen werden.

Der Landtag fasste aber in derselben Sitzung vom 18. October 1869 den weiteren Beschluss: „Behufs der Etsch-Regulierung auf den übrigen Strecken unterhalb Deutsch-Metz und oberhalb Gmund äussert der Landtag seine Bereitwilligkeit, nach Maassgabe des Bedürfnisses und der vorhandenen Mittel den betheiligten Gemeinden eine entsprechende Unterstützung zu gewähren".

Schon in jener Sitzung wurde von verschiedenen Abgeordneten auf die theilweise colossalen Auslagen verwiesen, welche Gemeinden und Consortien zu ihrer Sicherung gegen die Etsch bereits gemacht hatten. Unter anderem wurde constatiert, dass die Interessentschaft Salurn vom Jahre 1840 bis 1868 einen Betrag von 164.662 fl. aufbringen musste. Was hier von der Interessentschaft Salurn nur beispielsweise gesagt wurde, gilt von sämmtlichen Gemeinden, Interessentschaften und Leegen im ganzen Etsch-Thale. Es ist nach Ritter v. Graf, dessen ausgezeichnetem Berichte diese Ausführungen entnommen sind, eine notorische Thatsache und entspricht vollständigst der Wahrheit, dass der Grund und Boden im Etsch-Thale gerade deswegen, weil der Besitzer desselben schon seit vielen Jahrzehnten genöthigt ist, all sein Hab und Gut und seine Ernte Jahr für Jahr gegen die Etsch und ihre Confluenten zu schützen, mit sogenannten Leegsschulden über und über belastet ist.

Anderseits wurde aber in der erwähnten Landtagssitzung darauf hingewiesen, dass vom Jahre 1862 an aus Landesmitteln nur zur Sicherung der Etsch-Gegenden von Meran aufwärts bereits der namhafte Betrag von 70.000 fl. bewilligt worden war.

33. Capitel.

Sohm's Regulierungs-Project für den Etsch-Fluss in der Strecke von Gmund bis Masetto.

Auf Grund des Beschlusses des Tiroler Landtages vom 18. October 1869 wurde wegen des Dranges der Umstände innerhalb einiger Tage desselben Jahres ein selbstverständlich nur approximatives Regulierungs-Project für die Strecke Gmund—Masetto durch den jub. k. k. Oberingenieur Sohm ausgearbeitet, welches sodann die Grundlage der mit aller Energie in Angriff genommenen Verhandlungen bildete.

Nach den Anträgen Sohm's sollten zwischen Gmund und Masetto theils noch weitere fünf Durchstiche angelegt, theils das Flussbett in den dazwischenliegenden ungeregelten Strecken auf die gleiche Breite mit den Durchstichen beschränkt werden, so zwar, dass man längs diesem ganzen, bei drei Meilen langem Gebiete nebst regelmässigen Uferlinien, auch ein durchaus gleiches Flussprofil erhalten würde.

Die diesbezüglichen Regulierungswerke bestehen hinsichtlich ihrer Hauptdetails in dem 1300 Klafter langen Doppeldurchstiche unterhalb Auer, in Durchschneidung des Neumarkter Mitterlings auf 608 Klafter Länge, in dem 528 Klafter langen Durchstiche bei St. Florian, in dem Durchstiche gegenüber Salurn mit 1118 Klafter Länge und endlich in der durchstichförmigen 2374 Klafter langen Flussbetts-Concentrierung von unterhalb Salurn bis zur Masetto-Brücke, als den Anfang des Masetto-Durchstiches.

Die Gesammtkosten dieser Regulierung waren ohne Grundeinlösung und ohne Verbesserung und Erhaltung der in früheren Jahren hergestellten Durchstiche von Stadlhof, Pyglon, Vill, Neumarkt, Laag und Kurtinig auf 995.835 fl. 66 kr., also beiläufig auf eine Million Gulden berechnet, und sollte deren Realisierung in vier bis fünf Perioden bewirkt werden; zuerst sollte der Doppeldurchstich von Auer, dann die Flussbett-Regulierung zwischen Salurn und Masetto und endlich die Durchstiche von St. Florian und Salurn etc. ausgeführt werden.

Allein schon während der Verhandlungen auf Grund des Sohm'schen generellen Projectes behufs Feststellung des definitiven Projectes und Bestimmung der in dieser Etsch-Strecke von Gmund bis Masetto nothwendigen Bauherstellungen wurde die Besorgnis wachgerufen, dass der Zustand der Etsch unterhalb Masetto bis zur venetianischen Grenze doch nicht in einem so geregelten Verhältnisse sei, um den durch Herstellung mehrerer Durchstiche und Beschränkung des Flussbettes nunmehr mit grösserer Geschwindigkeit anlangenden

Gewässern und Geschieben ungehinderten Abfluss zu verschaffen.

Diese Frage wurde denn auch dem verdienstvollen k. k. Oberbaurathe Martin Kink, welcher seinerzeit als Landes-Baudirector von Tirol die Etsch-Verhältnisse genau kennen gelernt hatte, zum Studium übertragen, welcher Aufgabe derselbe durch Erstattung eines umfassenden Gutachtens vom 15. December 1869 „über die Regulierung des Etsch-Flusses zwischen Bozen und Trient und speciell über jene von Gmund (Auer) bis Masetto, abgegeben über Aufforderung der löblichen Etsch-Regulierungscommission und mit Genehmigung Seiner Excellenz des Herrn Ministers des Innern laut hohem Erlass vom 4. October 1869, Nr. 4053," in gewandtester Weise entsprach.

34. Capitel.

Das Gutachten Kink's.

Kink stellte sich bei Beurtheilung des Sohm'schen Regulierungs-Projectes für die Strecke Gmund—Masetto vor allem die zweifache Frage:

1. Besitzt wohl der Fluss von Masetto abwärts die Kraft, nämlich das nothwendige Gefälle und die übrigen erforderlichen Eigenschaften, um die Geschiebe, welche ihm aus der oberen vollkommen geschlossenen und geregelten Rinne, folglich durch den rascheren Zufluss des Wassers und vermöge seines gesteigerten Druckes allmählich in vermehrtem Maasse zukommen, unschädlich abzuführen oder nicht?

2. Stellt sich eine durchgängige consequente Senkung des Wasserspiegels zwischen Gmund und Masetto als unerlässlich dar, wenn man künftigen Ueberschwemmungen mit Zuversicht vorbeugen will, ohne deshalb zu einer allgemeinen und aussergewöhnlichen Erhöhung der beiderseitigen Binnendämme die nothwendige Zuflucht nehmen zu müssen?

Die richtige Beantwortung dieser zweifachen Frage hält Kink für unerlässlich, besonders wenn der Erfahrungssatz im Auge behalten wird, dass naturgemäss eine bleibende und lohnende Ausbildung der Sohlentiefe unten beginnen und gegen oben fortschreiten muss.

Kink beurtheilt zuerst die Gefällsverhältnisse der Etsch, hebt hervor, dass das Gefälle des Flusses oberhalb der Einmündung des Avisio fast in eine Horizontale übergeht, so dass von einer Geschiebefortführung hier nicht entfernt mehr die Rede sein könne.

Die Etsch ist hier mit einem förmlichen, eben von diesem furchtbaren Wildbache verursachten Staurücken behaftet, welcher rapid im Zunehmen begriffen ist. Es ist daher die Befürchtung begründet, dass, nachdem die Thalebene von Nave und St. Rocco zu Grunde gerichtet, beziehungsweise in einen See verwandelt sein werde, endlich ohne rechtzeitige Vorsorge auch für Trient eine Katastrophe unausbleiblich wäre.

Kink kommt zur Ueberzeugung, dass die durch das Sohm'sche Project zu erwartende Senkung des Flussbettes bei Masetto nur eine sehr geringe sein könne und dass sich daher die Flussregulierung nicht allein auf die Flusstrecke Gmund-Masetto beschränken sollte. Insbesondere bliebe Neumarkt immer noch 13 und Salurn noch 7 Schuh unter dem Hochwasserspiegel des Jahres 1868, so dass ungeachtet der eigentlichen Flussregulierung eine allgemeine Dammerhöhung eintreten müsste.

Auch würde hiedurch die bedeutende Betterhöhung oberhalb Nave und der bei St. Michele bestehende Flussabsturz nicht behoben werden.

Kink kommt daher zum Resultate, dass sich die Regulierung der Etsch, wenn sie einen gesicherten und bleibenden Erfolg haben soll, keineswegs auf die Strecke Gmund—Masetto beschränken darf, sondern dass vielmehr das Möglichste aufgeboten werden müsse, um in erster Linie die Betterhöhung oberhalb Nave sammt jenen Flussabstürzen bei St. Michele und in zweiter Linie den Staurücken am Avisio zu beseitigen. Beides erachtet Kink für möglich. Da jedoch die Unschädlichmachung des Avisio grosse Schwierigkeiten und Kosten verursachen müsse, so beantragt Kink dieselbe zum Gegenstande einer abgesonderten Verhandlung zu machen, während die Etsch-Regulierung oberhalb der Avisio-Mündung sofort in Angriff genommen werden soll.

Aber auch die Unschädlichmachung des Avisio hält Kink für höchst dringend, da ohne der seinerzeitigen Beseitigung seines Staurückens nach seiner Ansicht, alles dasjenige nur einen palliativen Charakter tragen würde, was oberhalb bereits bewirkt worden ist und noch ausgeführt werden wollte.

Der Staurücken des Avisio bildet nach Kink das einzige, aber ein desto gewaltsameres Hindernis jeder naturgemässen Gefällsausgleichung der Etsch zwischen dem oberen Gebiete von Bozen abwärts und den unteren Gegenden von Trient, und ohne eine solche Gefällsausgleichung lasse sich nach seiner Meinung eine Hilfe für die Dauer nicht absehen.

Zur Behebung dieser Schwierigkeiten beantragt Kink die Herstellung eines Durchstiches von unterhalb der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis hinunter gegen den Avisio in einer Länge von 2300 Klafter. An diesen Durchstich sollte sich ein zweiter bis zur Einmündung des Avisio in die Etsch anschliessen. Von da ab sollte der Bogen, welchen die Etsch bei der Ischia Wolkenstein bildet, durchstochen und mit dem oberen Durchstich verbunden werden. Der Avisio sollte gegen den Ischia Wolkenstein-Durchstich geleitet und das daselbst zu verlassende alte Etsch-Bett als Ablagerungsplatz für die Avisio-Geschiebe verwendet werden.

Gleichzeitig wären Verbauungen im Avisio-Thale vorzunehmen, um die Geschiebezufuhr abzuschneiden.

Welch glückliche Zukunft, sagt Kink, dem ganzen Etsch-Thale von Bozen bis Trient durch Beseitigung des Staurückens am Avisio bereitet würde, ist daraus ersichtlich, dass die Flussenkung im Campo Trentino (beim Vela-Bach) $4\frac{1}{2}'$, bei Nave St. Rocco 10', am Kalterer Abzugs-Graben 9' 9" und endlich am Porzen-Graben 8' betragen würde, wodurch sich auch die sackförmige Thalbildung bei Neumarkt umsomehr verlieren wird, als durch den geradlinigen Flusslauf von Neumarkt bis St. Florian, welcher die grossartige Länge von 3000 Klafter erhält, sein Abflussvermögen wesentlich gesteigert wird.

Dann würde erst die Bewässerung und Entwässerung des Binnenlandes in rationeller Weise bewerkstelligt werden können.

Im übrigen acceptierte Kink bis auf einige Aenderungen, insbesondere die Weglassung des Salurner Durchstiches, das Sohm'sche Project.

Durch dieses Gutachten Kink's, nach welchem alle Unternehmungen an der oberen Etsch-Strecke zu keinem günstigen Resultate führen würden, wenn dieselben nicht über die anfangs bestimmte Grenze von Masetto ausgedehnt, und namentlich das Haupthindernis des guten Erfolges, nämlich der durch den Avisio im Etsch-Bette gebildete Staurücken entfernt und die künftige Wiederbildung desselben verhütet wird, trat selbstverständlich eine Stockung in dem Beginne der eigentlichen Regulierungsarbeiten ein.

Erst nach einem Verlaufe von fünf Jahren wurde von Seite mehrerer Interessenten des Trientiner Gebietes die Untersuchung des Flusszustandes der unteren Etsch officiell in Anregung gebracht.

Hiedurch kam die Angelegenheit im Jahre 1875 zur Verhandlung im Tiroler Landtage und wurde in energischer Weise gefördert.

Der damalige Berichterstatter, Anton Baron Dipauli, sagte hiebei:

„Die Lage des Landes drängt zu einer entscheidenden „That. Das Etsch-Thal, besonders das untere, hat sich noch „nicht von den Unglücksfällen des Jahres 1868 erholt. Die „Gemeinden und Interessentschaften sind mit Schulden „belastet, in die sie durch die Nothwendigkeit der Wieder„herstellung der Uferbauten gestürzt sind. Der Wert der in „der Thalsohle liegenden Gründe ist enorm gesunken. Die „Flussbettverhältnisse sind bedeutend verschlimmert, die „Versumpfung nimmt zu und droht das Land unbewohnbar „zu machen. Mit jedem Jahre wird die Kraft der Selbst„hilfe geringer, mit jedem Jahre steigen aber auch die zu „bewältigenden Schwierigkeiten in enormen Dimensionen."[1]

Der Landtag beschloss sohin am 12. Mai 1875, dass die Etsch-Regulierung eine hochwichtige Landesangelegenheit sei und da dieselbe dringend eine rasche und gründliche Lösung erheischt, indem von ihr die Zukunft, ja die Existenz des fruchtbarsten Landstriches von Tirol abhängt, erklärte er, es sei die Regulierung der Etsch als ein Ganzes von der Eisack-Mündung bis zur Landesgrenze ins Auge zu fassen und zu behandeln, ferner die Bereitwilligkeit des Landes auszusprechen, zur Förderung des Unternehmens aus Landesmitteln nach Kräften beizutragen, und endlich die Regierung dringend zu ersuchen, dieses Unternehmen in finanzieller und technischer Beziehung ausgiebigst zu unterstützen.

35. Capitel.

Das Project für die Strecke Meran—Bozen.

In derselben Sitzung des Tiroler Landtages vom 12. Mai 1875 wurde auch die Etsch-Regulierung in der Strecke von Meran bis Sigmundskron, also von der Passer- bis zur Eisack-Mündung, in Verhandlung gezogen. In dieser Richtung hatte der Landtag bereits in der Sitzung vom 10. März 1874 aus Anlass von Petitionen der Stadtgemeinde Meran, sowie der Landgemeinden Mais, Marling, Lana, Tisens, Nals, Andrian, Gargazon und Terlan um Förderung der Vicinalbahn Bozen-Meran und der damit in Verbindung zu bringenden Etsch-Regulierung Veranlassung, sich mit der Angelegenheit zu beschäftigen.

Der Landtag erkannte die Erspriesslichkeit des Projectes der Bahn Bozen—Meran, womit auch die Regulierung der Etsch-Strecke Bozen—Meran in der Art in Verbindung stand, dass der linksufrige Etsch-Damm als Bahnkörper zu dienen hätte und erklärte es für erwünscht, dass diese Etsch-Strecke in einheitlicher Weise mit der Regulierung der Etsch in Tirol behandelt werde.[2]

Der Landesausschuss wurde daher beauftragt ein Regulierungsproject ausarbeiten zu lassen.

Mit der Ausarbeitung des Projectes für die Strecke Meran—Bozen wurden die Ingenieure Heinrich Böhm und Hermann Ritter v. Schwind betraut, so dass auf Grund desselben in der Sitzung des Landtages vom 12. Mai 1875 bereits das Gesetz, betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisack-Mündung beschlossen wurde, welches unter dem 16. April 1876 (L.-G.-Bl. Nr. 41) die Allerhöchste Sanction erhielt.

[1] Dr. Ritter v. Graf a. a. O.

[2] Technischer Bericht über die Etsch-Regulierung von der Passer bis zum Eisack vom 5. September 1874, von Heinrich Böhm und Hermann Ritter v. Schwind. — (L.-A. Nr. 9723 ex 1874, Beilage Nr. 6).

Nach diesem Gesetze sollte die vorgenannte Etsch-Flussstrecke als ein selbständiger Theil innerhalb des allgemeinen Rahmens der Etsch-Regulierung binnen längstens 10 Jahren durchgeführt werden und die Regulierung mit dem Zeitpunkte der Concessionierung der Bozen-Meraner Bahn beginnen.

36. Capitel.

Project Semrad's für die Strecke von St. Michele bis Sacco.

Was die anderen Etsch-Strecken anbelangt, so wurde, nachdem die Strecke von Bozen bis Gmund als nicht regulierungsbedürftig betrachtet wurde und für die Strecke Gmund—Masetto bereits ein Project vorlag, das Statthalterei-Bau-Departement durch die k. k. Statthalterei beauftragt, für die Regulierung der Etsch von Masetto abwärts bis zur Landesgrenze Erhebungen zu pflegen und generelle Anträge zu erstatten.

Nachdem von den früheren Erhebungen an der unteren Etsch theils wegen Unvollständigkeit, theils wegen Unsicherheit kein Gebrauch gemacht werden konnte, wurde es nothwendig, das Nivellement des Flusses von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele, wo das Project der oberen Etsch-Correction endet, bis zur Landesgrenze auf eine Länge von 70 *km* vorzunehmen, sowie die anderen technischen Erhebungen zu pflegen.

Hiebei wurde auch die Strecke von Masetto bis St. Michele in das Regulierungsproject aufgenommen.

Das Resultat dieser Erhebungen ist in dem „technischen Berichte über die am Etsch-Flusse von Masetto bis Nomi vorzunehmenden Correctionen" vom 20. Jänner 1876, vom k. k. Oberbaurath Semrad und in dem diesbezüglichen Projecte, dessen Ausführungskosten auf 2,000.000 fl. berechnet sind, niedergelegt.

Die Ausführung des bereits erwähnten Landesgesetzes vom 16. April 1876, betreffend die Regulierung der Etsch in der Strecke Meran—Bozen unterblieb wegen der fruchtlosen Verhandlungen bezüglich der Beiträge der Interessenten u. s. w., so dass nach neuerlichen stürmischen Petitionen am 14. October 1878 der Tiroler Landtag vier neue Etsch-Regulierungsgesetze beschloss, nach welchen das erstgenannte Gesetz ausser Kraft gesetzt wurde, die ganze Etsch-Regulierung aber von der Passer-Mündung bis Sacco als ein einheitliches Ganze behandelt werden soll.

Diese Gesetze, sowie das betreffende Reichsgesetz vom 23. April 1879, Nr. 64 R.-G.-Bl., haben die Allerhöchste Sanction erhalten und bilden die Grundlage der heutigen Etsch-Regulierung.

Nach den diesen Gesetzen zugrunde liegenden Regulierungsprojecten belaufen sich die Baukosten:

a) In der Strecke von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisack-Mündung auf 1,650.000 fl.

b) in der Strecke von Gmund bis Masetto (Eisenbahnbrücke St. Michele) auf 1,081.000 fl.

c) in der Strecke von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis Sacco auf 2,000.000 fl.

daher zusammen auf . . 4,731.000 fl.

Nach dem Reichsgesetze vom 23. April 1879, Nr. 64 R.-G.-Bl., welches im Anhange beiliegt,[1] bildet die Etsch-Regulierung zwischen der Passer-Mündung und Sacco ein einheitliches in sich zusammenhängendes Ganze und müssen die Arbeiten aller Sectionen technisch richtig in einander greifen. Insbesondere sollen nicht durch vorzeitige Aus-

[1] Sämmtliche auf die Etsch-Regulierung Bezug habenden Gesetze sind nebst einem Inhaltsverzeichnisse angeschlossen.

führungen von Regulierungsarbeiten in den stromaufwärts liegenden Flusstheilen die weiter abwärts liegenden Gegenden gefährdet werden.

Nach §. 3 dieses Gesetzes werden die Staatsbeiträge an einen für jede Theilstrecke zu bildenden besonderen Regulierungsfond geleistet, der ausserdem noch aus den Beiträgen des Landes Tirol, dem Erlöse aus der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe, den Beiträgen der Bozen-Meraner Vicinalbahn, beziehungsweise der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft und den Beiträgen der auf Grundlage des §. 45 des Tiroler Wasserrechts-Gesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) ins Leben gerufenen Wassergenossenschaften gebildet wird.

Der für die Strecke Passer-Mündung—Eisack-Mündung zu bildende Regulierungsfond steht unter der Verwaltung des Landes Tirol, welches auch die Durchführung der Regulierung übernimmt, wogegen die Verwaltung der Regulierungsfonde der anderen Strecken, sowie die Durchführung der Regulierung in denselben der Regierung übertragen wurde.

37. Capitel.

Die Landesgesetze vom Jahre 1879, betreffend die Etsch-Regulierung.

Gemäss §. 1 des erwähnten Reichsgesetzes erschienen vier Landesgesetze vom 23. April 1879, Nr. 23, 24, 25 und 26 L.-G.-Bl., durch welche die näheren Bestimmungen für die Regulierung der drei Flusstrecken getroffen wurden.

Das Landesgesetz vom 23. April 1879, Nr. 24 L.-G.-Bl., bestimmt bezüglich der Regulierung der Etsch-Strecke von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisack-Mündung, dass zu den Regulierungskosten der Staat mit 495.000 fl., das Land mit 330.000 fl., ferners die Bozen-Meraner Vicinalbahn mit der Hälfte der Baukosten des der Bahn zu überlassenden linksufrigen Hochwasserdammes beizutragen habe.

Insoferne diese Beiträge nebst dem Erlöse der durch die Regulierung gewonnenen Gründe zur Bedeckung des Erfordernisses nicht ausreichen, haben den Restbetrag die in die Wassergenossenschaft einbezogenen Privatinteressenten nach Maassgabe des aus der Regulierung gezogenen Nutzens (§. 66 des Wasserrechts-Gesetzes vom Jahre 1870) beizuschaffen, mit Ausschluss der im Concurrenzgebiete befindlichen Liegenschaften und Anlagen des Staates und des Landes.

Die Bauzeit soll nicht über sechs Jahre betragen.

Nach dem Landesgesetze vom 23. April 1879, Nr. 25 L.-G.-Bl., betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto, wird der Regulierungsfond dieser II. Section gebildet:

1. Aus dem durch das Finanzgesetz vom 23. März 1869, (R.-G.-Bl. Nr. 34) bewilligten Staatsbeitrage von 350.000 fl. und den hieraus erwachsenen, noch vorhandenen Zinsen und Nutzerträgen;
2. aus einem Beitrage des Landes in der Höhe von 216.200 fl.;
3. aus der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe;
4. aus den Beiträgen der Südbahn und der anderen Interessenten nach Maassgabe des aus der Regulierung erzielten Nutzens.

Die Bauzeit soll nach §. 7 nicht über zehn Jahre betragen.

Nach dem Landesgesetze vom 23. April 1879, Nr. 26 L.-G.-Bl., betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco, wird der betreffende Regulierungsfond gebildet:

1. Aus einem Staatsbeitrage von 600.000 fl.;
2. aus einem Landesbeitrage von 400.000 fl.;
3. aus der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe;
4. aus dem Beitrage der k. k. priv. Südbahn und der anderen Interessenten nach Maassgabe des Nutzens.

Die Bauzeit soll nicht über 20 Jahre dauern;

Zur Austheilung und Einbringung der Beiträge der Privat-Interessenten sollte von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse für das ganze Concurrenzgebiet je einer Section eine gemeinsame Wassergenossenschaft, also im ganzen drei getrennte Wassergenossenschaften gebildet werden; die Statuten dieser Genossenschaften sind aus dem Anhange zu ersehen.

Die näheren Modalitäten der Durchführung der Etsch-Regulierung in den drei einzelnen Sectionen sind aus den im Anhange beigeschlossenen „Vollzugsvorschriften zur Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco“ (Kundmachung des Statthalters vom 25. October 1879) zu entnehmen.

Diese Genossenschaften wurden auch thatsächlich gebildet, für jede der drei Regulierungs-Sectionen ein Bauleiter, mit dem Sitze in Bozen für die ersten zwei Sectionen und in Trient für die dritte Section nebst dem erforderlichen Hilfspersonale bestellt und insbesondere auch für die politischen Amtshandlungen Special-Commissäre ernannt.

Die Arbeiten nahmen bald den besten Verlauf und sind theils nahezu beendet, theils noch im Zuge.

Bezüglich der Bauzeit der III. Section (St. Michele bis Sacco) wurde schon im Jahre 1881 eine Reduction derselben auf 10 Jahre vorgenommen.

38. Capitel.

Die Regulierung der neutralen Section.

In der Sitzung vom 26. September 1881 verhandelte der Tiroler Landtag über die Nothwendigkeit der Regulierung der Etsch-Strecke von Bozen bis Gmund, welche bisher als nicht regulierungsbedürftig bezeichnet und demgemäss „neutrale Strecke“ benannt wurde. Nachdem jedoch das Regulierungs-project für diese $10^1/_2$ *km* lange Strecke noch Ergänzungen bedurfte, so beschloss der Landtag, dasselbe der technischen Etsch-Regulierungs-Commission zu übergeben, das Concurrenzgebiet durch den k. k. Specialcommissär unter Beizug seiner technischen Beiräthe erheben zu lassen und den Landesausschuss zu beauftragen, die für die seinerzeitige Regulierung dieser Flusstrecke brauchbaren und schon sehr dringlichen Arbeiten auszuführen, sowie die nothwendigen Kosten aus dem Getreide-Aufschlagsfonde für Rechnung der seinerzeitigen Regulierung dieser Flusstrecke vorzuschiessen.

Im Sinne dieser Beschlüsse des Landtages wurden auch mit Kundmachung des k. k. Statthalters vom 10. November 1882, L.-G.-Bl. Nr. 32, alle politischen Agenden der Regulierung der sogenannten „neutralen Section“ dem k. k. Specialcommissär der I. und II. Etsch-Regulierungs-Section in Bozen und alle technischen Angelegenheiten dieser Flusstrecke dem Etsch-Bauleiter der I. Section übertragen.[1]

39. Capitel.

Die Landesgesetze vom Jahre 1886.

Bei der Hast, mit welcher nach dem Hochwasser 1868 im Verlaufe nur weniger Tage[2] ein generelles Project für die Strecke von Gmund bis Masetto ausgearbeitet worden

[1] Siehe Anhang (Etsch-Gesetze).
[2] Bericht Kuck's.

war, konnte selbstverständlich erwartet werden, dass sich während der Ausführung vielfache Momente ergeben werden, welche zu berücksichtigen der mit dem generellen Projecte betraute Ingenieur weder Musse noch Gelegenheit hatte.

Insbesondere wurden in der Sitzung des Tiroler Landtages vom 17. Juli 1882 Bedenken in dem Sinne erhoben, dass unter dem im Jahre 1875 ausgearbeiteten Projecte der II. Section eigentlich nur neue einzelne Theilprojecte zu verstehen sind, welche wohl bestehende locale Uebelstände beheben können, keineswegs aber ein zusammenhängendes Flussregulierungs-Project bilden.

Im Laufe der Zeit hat sich eben das Programm der Etsch-Regulierung immer mehr und mehr erweitert. Während man nach der verhängnisvollen Katastrophe vom Jahre 1868 schon von der zusammenhanglosen Ausführung der wichtigsten Durchstiche die Behebung der grössten Uebelstände erwartete und wohl mit Rücksicht auf die damals ganz unerschwinglich erscheinenden Kosten einer zusammenhängenden Regulierung eine solche nicht in Aussicht nahm, weil nach früheren Ansichten nur die Behebung der wichtigsten Wasserabflusshindernisse Angelegenheit des Staates und des Landes, die laufende Regulierung aber Angelegenheit der Interessenten war,[1] gieng die öffentliche Meinung der Privatbetheiligten, sowie der Vertreter der Staats- und Landesbehörden nunmehr einen wichtigen Schritt nach vorwärts und verlangte von der vom Staate und dem Lande gebildeten Etsch-Regulierungs-Commission auch die laufende Regulierung und Herstellung der Binnendämme, deren Herstellung der Staat und das Land bisher nur insoweit patronisierten, als öffentliche Interessen, d. i. sanitäre Interessen, der Bestand der Reichsstrasse u. s. w. es wünschenswert scheinen liessen.

Der Begriff des öffentlichen Interesses hatte sich eben mit dem wachsenden Bedürfnisse und beeinflusst von der Strömung der Zeit, vom Staate und dem Lande Hilfe zu erwarten, stetig erweitert.

Unter solchen Umständen war es natürlich, dass, von diesen Gesichtspunkten ausgehend, das Project der II. Section den gesteigerten Ansprüchen nicht entsprechen konnte. Hiezu kam, dass, während Kink die Ausführung des Salurner Durchstiches verwarf, derselbe nun doch ausgeführt werden sollte.

Die technische Etsch-Regulierungs-Commission beauftragte daher die Bauleitung mit der Ausarbeitung des entsprechenden Ergänzungsoperates für die II. Section, worauf ein Project vorgelegt wurde, welches eine Mehrauslage von 600.000 fl. erforderlich machte.

Es wurde daher die Schaffung eines Nachtragsgesetzes erforderlich, welches denn auch zustande kam und unter dem 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, die Allerhöchste Sanction erhielt.

Aus diesem im Anhang beiliegenden Gesetze[2] ist zu entnehmen, dass nach Nr. 2 desselben zu diesen Mehrkosten der Staat mit 200.000 fl. und das Land mit 120.000 fl. beiträgt, während der Rest von der Südbahn-Gesellschaft und den Interessenten nach Maassgabe der Punkte 3 und 4 des §. 3 des Gesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25, aufzubringen ist.

Was von Seiten besonders rühriger und einflussreicher Interessenten bezüglich der II. Section vorgebracht und erzielt worden war, galt selbstverständlich auch hinsichtlich der anderen Sectionen.

Alle Factoren waren sich bald darüber klar, dass mit den vorhandenen Mitteln wohl die von Pasetti beabsichtigten wichtigsten Regulierungswerke, keineswegs aber eine durchgehende Regulierung des Etsch-Flusses in dem Sinne erzielt werden könnte, dass das grösste Hochwasser zwischen festen und tadellosen Deichen schadlos abfliessen könnte.

Die Privat-Interessenten, welche nach Pasetti die noch verbleibende laufende Regulierung als lediglich im Privat-Interesse gelegen auszuführen gehabt hätten, sahen sich nach und nach hiezu gar nicht mehr in der Lage, indem die mittlerweile enorm gewachsenen öffentlichen Abgaben und Leegsschulden die Ausführung grösserer Regulierungswerke ausschliesslich auf Kosten der Privatanrainer geradezu unmöglich machten.

Man wartete daher nur auf den passenden Augenblick, auch die Besorgung der bisher von den Privatanrainern besorgten laufenden Regulierung der Obsorge der Etsch-Regulierungs-Commission zu übergeben, beziehungsweise das Programm der Etsch-Regulierung den im modernen Sinne mittlerweile umgestalteten öffentlichen Anschauungen gemäss mit einem Schlage zu erweitern und umzugestalten.

Dieser passende Augenblick fand sich in erschreckender Weise, als im Herbste 1882 jene furchtbare Elementar-Katastrophe hereinbrach, welche die Nothwendigkeit einer schadlosen Abführung der Hochwässer zwischen Dämmen nochmals in greller Weise documentierte.

Unter dem überwältigenden Eindrucke dieses grossartigen Naturereignisses wurde sofort daran gegangen, die zur Sanierung der Etschverhältnisse erforderlichen Maassnahmen in Erwägung zu ziehen.

Vorerst galt es, die Schäden zu heilen, welche das erst im ersten Entstehen begriffene, daher ziemlich schutzlose Etsch-Regulierungswerk durch das Hochwasser 1882 erlitten hatte. — Hiebei ist zu bemerken, dass die eigentlichen Bauten der Etsch-Regulierungs-Commission sich schon damals relativ gut bewährten und die grössten Schäden lediglich an den zu verschiedenen früheren Zeiten in fraglicher Weise hergestellten Consortial-Bauten zu verzeichnen waren.

Diese Thatsache geht aus den officiellen Begehungsprotokollen der Etsch-Regulierung nach dem Hochwasser 1882 in unzweifelhafter Weise hervor.

Schon beim höchsten Hochwasser 1882 wurden die nothwendigen Erhebungen über die erforderlichen Reconstructionen der zerstörten Dammbauten und Uferschutzwerke gepflogen, welche einen Kostenaufwand von 971.000 fl. ergaben.

Nachdem die Wassergenossenschaften ganz ausser Stande waren, zu diesen Kosten beizutragen, wurde dieser Betrag vom Staat und dem Lande aufgebracht, indem durch das Reichsgesetz vom 13. März 1883 die Kosten der Reconstructionsarbeiten zu drei Fünftel vom Staate und zu zwei Fünftel vom Lande übernommen wurden.[1]

Die wirklichen Kosten dieser Reconstructionen stellten sich aber, als die Hochwässer sanken und die tiefer liegenden Schäden sichtbar wurden, noch weit grösser heraus, so dass der durch das Hochwasser an den Wasserbauten der Etsch angerichtete Schaden im ganzen 1,582.000 fl. betrug. Von diesem Mehraufwande von 611.900 fl. waren drei fünftel vom Staate und zwei fünltel vom Lande zu übernehmen.

Da aber unter den traurigen Folgen des Jahres 1882 die Wassergenossenschaften ausser Stande waren ihre Concurrenzbeiträge zu leisten, erhielten dieselben auf Grund der Nr. 12 des Reichsgesetzes vom 13. März 1883 Unterstützungen im Gesammtbetrage von 500.000 fl., wovon auf die I. Section 162.600 fl., auf die II. Section 89.000 fl. und auf die III. Section 248.400 fl. entfielen.

[1] Pasetti's Bericht a. a. O.

[2] Sub Nr. 12 der Gesetzsammlung im Anhang.

[1] Dieses Gesetz liegt sub Nr. 11 im Anhange (Gesetze) bei.

Nach Sanierung dieser Schäden der Ueberschwemmungs-Katastrophe musste nun daran gedacht werden, das nach dem Jahre 1882 der öffentlichen Meinung klar vorschwebende und höchstenorts ausgesprochene Programm der Etsch-Regulierung, nämlich die schadlose Abführung der grössten Hochwässer innerhalb von unüberflutbaren Dämmen, einem neu auszuarbeitenden Projecte zugrunde zu legen, bezw. das vorhandene den früheren, geringeren Bedürfnissen entsprechende Regulierungs-Project in umfassender Weise zu ergänzen.

Ausser dieser technischen Frage trat aber auch eine zweite, nämlich die ökonomische Frage, mit Rücksicht auf die finanzielle Lage der Wassergenossenschaften heran.

Diese, welche bisher 50% der Regulierungskosten zu tragen hatten, konnten zu neuen Bauten nur mit grösster Vorsicht herangezogen werden, wenn der Ruin des Etsch-Thales in wirtschaftlicher Beziehung nicht besiegelt werden wollte.

Schon vor dem Eintritt der Hochwasser-Katastrophe des Jahres 1882, nämlich in der Sitzung des Tiroler Landtages vom 17. Juni 1882 wurden die schon im ganzen Lande bekannten Besorgnisse wegen der schweren Concurrenzlast der Etsch-Anrainer in ernster Weise besprochen und insbesondere hervorgehoben, dass namentlich infolge der neuen Grundsteuer-Regulierung sich die Abgaben dieser Grundstücke in bedenklicher Weise erhöht haben.

Diese Besorgnisse sind auch leicht begreiflich, wenn man das Verhältnis der Grundwerte zu den Genossenschafts- und anderen Abgaben in Betracht zieht.

Auf Grund der älteren Etsch-Gesetze, nämlich derjenigen vom 23. April 1879, beträgt nämlich die Ausdehnung des Concurrenzgebietes in der

I. Section	6644 Joch	942 Klafter
II. „	7911 „	475 „
III. „	6642 „	1046 „

Der Gesammtwert des Concurrenzgebietes (Grund und Bauparcellen), capitalisiert nach dem 66-fachen Reinerträgnis,[1] beträgt für die

I. Section	4,161.257 fl.
II. „	4,761.656 „
III. „	6,887.685 „

Die Belastung des Concurrenzgebietes nach dem Gesetze vom 23. April 1879 abzüglich der beiden betheiligten Eisenbahnen beträgt für die

I. Section	678.211 fl.
II. „	420.051 „
III. „	765.825 „

Mit Rücksicht auf die nach den Etsch-Regulierungsgesetzen den Wassergenossenschaften auflastende 50-proc. Concurrenz ergibt sich nachstehende Belastung pro Joch des Concurrenzgebietes:

In der I. Section pro Joch	84 fl.	70 kr.
„ „ II. „ „ „	41 „	84 „
„ „ III. „ „ „	95 „	10 „

Hiezu kommt noch die Grundsteuer, der Landeszuschlag, Gemeinde- und Leegsumlagen u. s. w.

Waren daher die Belastungsverhältnisse der Genossenschaftsgründe schon unter Zugrundelegung der Gesetze vom Jahre 1879 sehr bedenkliche, so stand im vorhinein zu erwarten, dass durch eine Erweiterung des Regulierungs-Programmes und die damit in Verbindung stehende Erhöhung der Regulierungskosten unter Beibehaltung der 50-proc. Concurrenz der Interessenten eine besorgniserregende Erschwerung dieser Verhältnisse zu erwarten war. Es wurden daher auch diesbezüglich eingehende Erhebungen gepflogen, bevor an die Regelung der Angelegenheit geschritten wurde.

Ueber Vorstellung der technischen Etsch-Regulierungs-Commission hat auch das hohe k. k. Ackerbau-Ministerium die Vervollständigung des Etsch-Regulierungsprojectes mit Erlass vom 3. März 1883, Nr. 2688, und weiters auch die Einbeziehung der Binnen-Entwässerungsgräben in das Etsch-Regulierungsproject mit Erlass vom 26. Juni 1884, Nr. 5924, angeordnet.

Diese Erhebung hatte in technischer Hinsicht folgendes Resultat:

In der I. Section, in welcher nach dem Gesetze vom 23. April 1879 bloss 1,650.000 fl. vorgesehen waren, erschien für die Flussregulierung ein weiterer Betrag von 440.000 fl. und für die Regulierung der Hauptabzugsgräben in dieser Section ein solcher von 110.000 fl. erforderlich. Ausserdem sind infolge der Elementar-Ereignisse im Jahre 1885 Schäden verursacht worden, deren Wiederherstellung eine Auslage von 61.200 fl. nöthig machte. Das Gesammterfordernis der I. Section wurde daher mit 2,261.200 fl. ermittelt.

In der neutralen Strecke (Section I/a), für welche bisher nichts vorgesehen war, zeigten sich für die Etsch 980.000 fl., für die Regulierung der Hauptabzugsgräben 226.000 fl., für die Reconstruction der Gmunder Eisenbahnbrücke 150.000 fl. und für die Behebung der durch die Hochwässer vom Jahre 1885 angerichteten Schäden 97.300 fl., sohin im ganzen 1,453.300 fl. nothwendig.

In der II. Section (Gmund—St. Michele), für welche nach dem Gesetze vom 23. April 1879 und demjenigen vom 9. April 1883 im ganzen 1,681.000 fl. vorgesehen waren, zeigte sich nunmehr ein Bedarf von weiteren 71.200 fl. für den Hauptfluss, von 256.000 fl. für die Regulierung der Hauptabzugsgräben, von 162.500 fl. für die Regulierung des Avisio bei seiner Einmündung in die Etsch, weiters von 130.000 fl. für die Reconstruction der Eisenbahnbrücke bei St. Michele, von 95.400 fl. für die im Jahre 1885 verursachten Hochwasserschäden, daher im ganzen ein Gesammtkostenbedarf von 2,396.100 fl. erforderlich.

Für die III. Section (St. Michele—Sacco), für welche im Gesetze vom 23. April 1879 2,000.000 fl. vorgesehen waren, stellte sich schliesslich folgender Bedarf heraus:

Für die Regulierung der Etsch einschliesslich des Avisio an der Einmündungsstelle weitere 2,233.400 fl., für die Regulierung der Hauptabzugsgräben 356.000 fl., für die Behebung der Elementarschäden des Jahres 1885 152.000 fl., daher im ganzen ein Gesammtkostenaufwand von 4,741.400 fl.

Während daher nach den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26 und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, ein Gesammtaufwand von 5,331.000 fl. nothwendig war, wurden nach den neueren Erhebungen noch weitere 5,521.000 fl. erforderlich.

Was die Erhebungen über die Concurrenzfähigkeit einer jeden der vier Sectionen anbelangt, so ergaben dieselben nachstehendes Resultat:

Die I. Section umfasst ein Concurrenzgebiet von 6644 Joch 942 Klafter mit einem Reinerträgnisse von 62.794 fl. 41 kr. Die Grundsteuer sammt Landeszuschlag dieses Gebietes erreichte für 1884 die Höhe von 17.884 fl. 45 kr., die Gemeinde-Umlagen 7323 fl. und die Leegsumlagen 11.267 fl. 25 kr., sohin zusammen 36.474 fl. 70 kr.

Die sogenannte neutrale Strecke hat eine Ausdehnung von 3306 Joch 1528 Klafter mit einem Reinerträgnisse von 28.387 fl. 19 kr. Die Grundsteuer sammt Landeszuschlägen betrug 1884 für dieses Gebiet 4363 fl. 64 kr., die Gemeinde-

[1] Hiebei ist das sogenannte Katastral-Reinerträgnis gemeint, welches weitaus kleiner ist, als die Verzinsung des Capitalswertes eines Grundstückes.

Umlagen 4877 fl. 43 kr. und die Leegsumlagen 1650 fl. 15 kr., somit zusammen 10.891 fl. 22 kr.

Die II. Section erstreckt sich auf ein Concurrenzgebiet von 7911 Joch 475 Klafter mit einem Reinerträgnisse von 73.149 fl. 22 kr. Dieses Gebiet leistete 1884 an Grundsteuer und Landeszuschlägen 22.630 fl. 89 kr., an Gemeinde-Umlagen 24.017 fl. 81 kr. und an Leegsumlagen 17.463 fl. 54 kr., somit zusammen 64.112 fl. 24 kr.

Die III. Section umfasst ein Concurrenzgebiet von 6642 Joch 1046 Klafter mit einem Reinerträgnisse von 70.603 fl. 97 kr. Dieses Gebiet hatte an Grundsteuer und Landeszuschlägen im Jahre 1884 zu leisten 20.033 fl. 78 kr., an Gemeinde-Umlagen 53.041 fl. 78 kr. und an Leegsumlagen 15.000 fl., somit betrug die Belastung dieses Gebietes im ganzen im Jahre 1884 88.075 fl. 56 kr.

Aus diesen vier Belastungsziffern ergibt sich, dass per Joch entfallen:

In der I. Section	5 fl. 49 kr.
" " I/a "	3 " 29 "
" " II. "	8 " 11 "
" " III. "	13 " 33 "

Durch diese Erhebungen wurde festgestellt, dass, ohne Rücksicht auf die oft bedeutende Hypothekarbelastung einzelner Concurrenzparcellen, die Belastung derselben mit öffentlichen Abgaben bereits eine so grosse ist, dass die Auferlegung der 50-proc. Concurrenz zu den Baukosten der Etsch-Regulierung den Ruin der betreffenden Besitzer herbeiführen müsste.

Auf Grund dieser Erwägungen entstand unter Mitwirkung aller betheiligten Factoren das Ergänzungsgesetz[1] vom Jahre 1886, durch welches die Verhältnisse der Etsch-Regulierung vorläufig in befriedigender Weise gelöst erschien.

Dieses Gesetz ist betitelt: „Gesetz vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, betreffend die Ergänzung der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco."

Nach §. 1 dieses Gesetzes ist die auf Grund der Gesetze vom 23. April 1879, Nr. 23, 24, 25 und 26 L.-G.-Bl., und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, in Ausführung begriffene Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco in ihrem ferneren Verlaufe durch die Vervollständigung der Schutzbauten und Herstellung von Abzugsgräben, sowie durch die Einbeziehung der Flusstrecke zwischen der bisherigen I. und II. Regulierungs-Section (der sogen. neutralen Etsch-Strecke) in den zu regulierenden Flusslauf zu ergänzen. Hiernach ist zu unterscheiden: die I. Section von der Passer-Mündung bis 650 *m* unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes an der Eisack-Mündung; die Section I/a, vom Endpunkte der I. Section bis einschliesslich der Gmunder Eisenbahnbrücke (bisher als sogenannte neutrale Strecke, ohne besondere gesetzliche Regelung aus Landesmitteln theilweise reguliert); die II. Section von der Gmunder Eisenbahnbrücke bis einschliesslich der Eisenbahnbrücke von St. Michele und schliesslich die III. Section von der Eisenbahnbrücke von St. Michele bis einschliesslich der Leno-Mündung bei Sacco.

Die Ergänzung der Etsch-Regulierung ist innerhalb der Jahre 1880 bis Ende 1895 zu bewerkstelligen.

§. 2 des Gesetzes bestimmt, dass das technische Project, welches die Grundlage für die Ergänzung der Etsch-Regulierung bildet, noch in der Richtung zu revidieren sei, dass das Auslangen mit den vorhandenen Geldmitteln von zusammen 10,852.000 fl. gesichert werde, und überdies auch den Erfahrungen Rechnung getragen werde, welche sich aus den Ueberschwemmungen vom Jahre 1885 ergeben haben.

[1] Siehe Anhang sub Nr. 16.

Die für den Bestand der Etsch-Regulierung nothwendige Verbauung der Wildbäche ist, mit Ausnahme der Arbeiten am Avisio, von dessen Einmündung in die Etsch aufwärts bis einschliesslich der Thalsperre von St. Giorgio, in das Programm der nach dem Gesetze vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 31) auszuführenden Regulierungen der Gewässer in Tirol einzubeziehen und sodann nach Maassgabe des Landesgesetzes vom 15. December 1884 (L.-G.-Bl. Nr. 46) zu behandeln.[1]

Das Concurrenzverhältnis des Staates, des Landes und der einzelnen Interessenten ist aus dem Gesetze zu entnehmen.

Nach §. 11 wird die Ausführung der Regulierungsbauten und die Verwaltung der Regulierungsfonde von der Staatsverwaltung unter Mitwirkung des Landes-Ausschusses, der Etsch-Regulierungs-Genossenschaften in den bezüglichen Sectionen und der sonstigen Privat-Interessenten besorgt.

Die Art der Mitwirkung der einzelnen Factoren ist durch die „Vollzugsvorschrift zum Landesgesetze vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, betreffend die Ergänzung der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco" (Kundmachung des k. k. Statthalters vom 22. November 1887, Nr. 48 L.-G.-Bl.) näher bestimmt.[2]

Insbesondere ist im II. Abschnitte dieser Vorschrift die Einrichtung des technischen Dienstes der Etsch-Regulierung eingehend festgestellt.

Zur Besorgung des technischen und technisch-administrativen Dienstes wurden von der k. k. Statthalterei in Innsbruck zwei Bauleiter mit dem nöthigen Hilfspersonale bestellt und zwar ein Bauleiter mit dem Sitze in Bozen für den Dienst in den Sectionen I, I/a und II und ein Bauleiter mit dem Sitze in Trient für die III. Section.

Die Oberbauleitung wird vom k. k. Statthalterei-Bau-Departement durch dessen jeweiligen Vorstand geführt, welchem zur Besorgung der technischen, technisch-administrativen und ökonomischen Angelegenheiten der Etsch-Regulierung ein vom k. k. Statthalter zu ernennender Etsch-Bau-Inspector beigegeben ist.

Zur Besorgung aller mit der Etsch-Regulierung verbundenen administrativen Angelegenheiten des politischen Dienstes I. Instanz für alle vier Sectionen wurden zwei Special-Commissäre vom Statthalter bestellt, wovon einer in Bozen und einer in Trient fungiert.

Der Special-Commissär hat alle auf das Unternehmen der Etsch-Regulierung in politisch-administrativer und wasserrechtlicher Hinsicht bezughabenden Angelegenheiten wahrzunehmen und auf Grund der Vollzugsvorschrift durchzuführen und die Genossenschaften in der Erfüllung der ihnen obliegenden Verpflichtungen zu überwachen.

Zur Ueberwachung der zweckentsprechenden Durchführung der im Rahmen der Etsch-Regulierung durch die Bauleitungen zur Herstellung gelangenden Meliorationsarbeiten in allen Bau-Sectionen wird mit Zustimmung des Landes-Ausschusses der Landes-Cultur-Ingenieur als Hilfsorgan der Statthalterei dienen, wobei demselben im Wege des Landes-Ausschusses jeweilig die entsprechenden Weisungen zugehen.

Zur Bestimmung der alljährlich auszuführenden Bauten tritt einmal im Jahre über Veranlassung der Statthalterei die Etsch-Regulierungscommission zusammen. Dieselbe besteht aus einem Delegierten des Statthalterei-Bau-Departements, dem Etsch-Bau-Inspector, einem Delegierten des Landes-Ausschusses, dem Bauleiter der betreffenden Section, einem technischen

[1] Das Gesetz vom 13. März 1883 ist sub Nr. 13, dasjenige vom 15. December 1884 sub Nr. 14 im Anhang (Gesetze) angeschlossen.

[2] Diese Vollzugs-Vorschrift ist im Anhange sub 18 (Gesetze) angeschlossen.

Delegierten der Genossenschaft der betreffenden Section, zwei weiteren Mitgliedern der Genossenschaft und einem Vertreter der betreffenden Eisenbahn-Unternehmung und zwar in der I. Section der Bozen—Meraner-Bahn, in den Sectionen I/a, II und III der Südbahn.

Den betheiligten Ministerien, das ist dem k. k. Ackerbau-Ministerium, dem k. k. Ministerium des Innern und dem k. k. Finanzministerium, steht es frei, Delegierte zur Commission zu entsenden.

Im Sinne des §. 2 des Etsch-Ergänzungsgesetzes vom Jahre 1886 sollte nun das technische Project der Etsch-Regulierung einer Revision unterzogen werden, zu welchem Behufe das hohe k. k. Ackerbauministerium in wohlverstandener Wertlegung auf ein unabhängiges und unbefangenes Urtheil, mit Zuschrift vom 17. Juni 1886, Zahl 8023, den im Gebirgs-Wasserbau hocherfahrenen und als technischen Schriftsteller rühmlichst bekannten eidgenössischen Ober-Bau-Inspector in Bern, Herrn Adolf v. Salis,[1] einlud, die Etsch zu bereisen und sein Urtheil über das dem Gesetze vom Jahre 1886 zugrunde liegende Ergänzungsproject abzugeben.

Herr v. Salis ist diesem hohen Ersuchen in dankenswerter Opferwilligkeit nachgekommen und hat unter dem 23. August 1886 ein umfassendes Gutachten abgegeben, welches im nachstehenden näher besprochen werden soll.

40. Capitel.

Das Gutachten des eidgenössischen Ober-Bau-Inspectors Adolf v. Salis über die Etsch-Regulierung von Meran bis Sacco, vom 23. August 1886.

Die Fragen, welche mit Zuschrift des hohen k. k. Ackerbauministeriums vom 17. Juni 1886, Zahl 8023, Herrn v. Salis zur Beantwortung gestellt wurden, sind folgende:

1. Sind die am Etsch-Flusse (von der Passer-Mündung bis Sacco) bereits ausgeführten Regulierungswerke im Zusammenhalte mit jenen, welche aus dem vorhandenen Ergänzungsprojecte zu unternehmen sind, geeignet, den Zweck der Regulierung, nämlich den Schutz des Grundbesitzes und der Communicationen gegen Beschädigungen durch den Etsch-Fluss zu erfüllen — oder soll zur Erreichung dieses Zweckes in anderer Weise, eventuell in welcher Weise, vorgegangen werden?

2. Welche Vereinfachungen einzelner Theile der sub 1 erwähnten Ergänzungsprojecte oder des sonst zu empfehlenden technischen Vorganges zur Ergänzung der Etsch-Regulierung könnten — unbeschadet des Regulierungszweckes — vorgenommen werden, um die Gewähr zu erhalten, dass das Auslangen mit dem für die Ergänzung der Regulierungswerke noch disponiblen Theile des Gesammtcredites von 10,852.000 fl. gefunden werde?

3. Geben einzelne bereits hergestellte oder zur Herstellung projectierte grössere Werke, wie namentlich die Thalsperre am Avisio bei Lavis, zu besonderen, nicht schon in der Beantwortung ad 1 oder 2 enthaltenen Bemerkungen und Rathschlägen Anlass?

Diese Fragen hat Herr Ober-Bau-Inspector v. Salis in der erschöpfendsten Weise beantwortet, wovon hier jedoch nur dasjenige erwähnt werden soll, was auf den Gang und die Ausführung der Etsch-Regulierung von weitertragenden Folgen begleitet war.

Beantwortung der Fragen 1, 2 und 3 für die Section I, I/a und II.

Herr v. Salis fand, dass die nach dem Ergänzungsprojecte vervollständigten Regulierungswerke geeignet sind, den in Frage 1 bezeichneten Zweck der Etsch-Regulierung zu erfüllen, insoferne auch noch diejenigen weiteren Ergänzungen und Verstärkungen an denselben vorgenommen werden, welche sich nach der bei dem Hochwasser vom Jahre 1885 gemachten Erfahrung nothwendig erwiesen haben und welche hauptsächlich in geringfügigen Erhöhungen einzelner Dammstrecken bestehen.

Herr v. Salis bezeichnete daher auch in Beantwortung der Frage 2 Vereinfachungen im Sinne der Unterlassung vorgesehener Ergänzungsarbeiten nicht als thunlich.

Bezüglich des Auslangens mit den disponiblen Mitteln erklärte Herr v. Salis, dass zwar die im Ergänzungsprojecte enthaltenen Bauten mit denselben gedeckt werden können, keineswegs aber die Dammerhöhungen mit Rücksicht auf den, erst nach Ausführung des Projectes eingetretenen Hochwasserstand vom Jahre 1885, welcher den bis dahin bekannten grössten Hochwasserstand vom Jahre 1882 stellenweise überragte.

Rücksichtlich der 3. Frage machte Herr v. Salis auf die Nothwendigkeit der Verbauung des Passer-, des Sirnach- und des Falschauer-Baches besonders aufmerksam, weil nach dem Regulierungsprojecte die zwei letzteren Bäche seitwärts abgeleitet werden sollen, wodurch schon eine Erhöhung ihrer Bette eintreten dürfte, welcher durch Abschneiden der Geschiebezufuhr von oben abgeholfen werden müsse.

Beantwortung der 1. und 2. Frage bezüglich der Section III.

Herr v. Salis erklärt die richtige Ausmittlung des neuen Querprofiles als eine hochwichtige Grundlage für das ganze Regulierungsproject und untersuchte daher namentlich die Wasserführungsfähigkeit der einzelnen Querprofile des ergänzten Regulierungsprojectes mit aller Gründlichkeit, die bei einem so ausgezeichneten und hocherfahrenen Fachmanne nur erwartet werden konnte.

Das an der Etsch angewendete Verfahren bezüglich der Ausmittlung der Durchflussprofile bestand nun darin, dass man nach Wasserstands-Beobachtungen, welche aus Anlass der bekannten höchsten Wasserstände an gewissen Naturprofilen gemacht wurden, die vorgekommenen Abflussmengen und darnach wieder für die betreffenden Gefälle die Profile berechnete, welche nöthig sind, um diese Wassermenge abzuführen.[1]

Für die Flusstrecke oberhalb dem Eisack wurde hiebei als das bekannte grösste Hochwasser dasjenige von 1868 angegeben, was nach Herrn v. Salis damit übereinstimmt, dass auch im östlichen Theile der Schweizer Alpen, namentlich in Graubünden das 1868er Hochwasser das grösste seit 1834 bis jetzt war; unterhalb dem Eisack war dagegen dasjenige von 1882 höher als 1868 und wurde seinerseits wieder von demjenigen von 1885 übertroffen.

Die secundlichen Wassermengen, um die es sich hiebei handelt, wurden von den Etsch-Bauleitungen oberhalb der Eisack-Mündung mit 550 bis 700 m^3, unterhalb bis über 1400 m^3 per Secunde angegeben, soweit es sich um die I. und II. Section handelt.

Herr v. Salis hat bei der ausserordentlichen Wichtigkeit der Querprofilsfrage für alle Querprofile die Berechnung jener Wassermengen durchgeführt, welche zwischen den in denselben eingezeichneten Sohl- und Hochwasserlinien abfliessen können.

Das von Herrn v. Salis angefertigte Tableau enthält alle Rechnungsfactoren, nämlich die maximale Wassertiefe, Durchflussfläche, den benetzten Umfang, die sich daraus ergebenden Profilradien, das Wasserspiegel-Gefäll, die Rauhigkeits-Coëfficienten und die mittleren Wassergeschwindig-

[1] Salis: „Das schweizerische Wasserbauwesen."

[1] Salis: Gutachten, betreffend die Etsch-Correction von Meran bis Sacco vom 23. August 1886.

keiten, woraus alle Daten mit Leichtigkeit controliert werden konnten.

Bezüglich der Flusstrecke oberhalb der Eisack-Mündung war daraus ersichtlich, dass die drei Profile für die angegebene maximale Abflussmenge genügen, das zweite und dritte zwar, sofern letztere wirklich auf 700 m^3 ansteigen kann, nicht ohne die vorgesehene Ueberhöhung der Dämme.

Von der Eisack-Mündung an verdoppelt sich die abzuführende Wassermenge der Etsch.

Die Querprofile der Sectionen I/a und II können aber immerhin mit Hilfe der geplanten Ueberhöhung der Dämme das ganze, für das Hochwasser von 1885 berechnete Hochwasserquantum von 1373 m^3 fassen.

Weit weniger befriedigend gestaltete sich die Untersuchung des Herrn v. Salis bezüglich der Wasserabfuhrsfähigkeit der Querprofile der III. Section.

Die Wassermenge, welche hier abzuführen ist, ist bis zur Mündung des Noce nicht wesentlich grösser als in der II. Section. Dem Noce und Avisio wurde nun durch umfassende Profilserweiterung Rechnung getragen.

Wenn der Avisio, wie allgemein angenommen wird, eine maximale Wassermenge von 800 m^3 per Secunde besitzt, so glaubt Herr v. Salis für die Etsch unterhalb des Avisio etwa 2000 m^3 per Secunde annehmen zu können und dies selbst unter der Berücksichtigung, dass nicht alle Zuflüsse gleichzeitig maximale Hochwässer haben werden.

Herr v. Salis lässt es nun dahin gestellt sein, wie der Gegensatz zwischen der Annahme einer solchen Wassermasse mit dem Umstande, dass die Dämme, wo sie schon die normale Höhe besassen, vom Hochwasser von 1885 nicht überstiegen wurden, sich erklären lasse, trotzdem die von ihm durchgeführte Berechnung nicht eine entsprechende Capacität ergibt.

Wie nämlich aus dem erwähnten Tableau ersichtlich war, berechnet sich nach dem betreffenden Normalprofile bei bordvollem Abflusse die Wassermenge bloss zu 1120 m^3 und selbst, wenn die Ueberhöhung über den für 1882 angegebenen Wasserstand zu 2·50 m angenommen und die Wassertiefe dadurch auf 8 m gebracht wird, erst auf 1790 m^3.

Das Ergebnis von bloss 793 m^3 für das Profil oberhalb der Noce-Mündung und für den angegebenen Wasserstand von 1882 findet Herr v. Salis ebenfalls höchst auffallend, woraus er die Nothwendigkeit deduciert, die Bemessung der Querprofile für die III. Section nochmals einer eingehenden Prüfung zu unterwerfen, was nach seiner Ansicht umsomehr einen praktischen Zweck hat, als damals erst ungefähr ein Drittel der Länge dieser Section sich in Ausführung befand.

Auch machte Herr v. Salis darauf aufmerksam, dass der Frage, ob im Jahre 1885 die geringen Wasserstände im unteren Laufe nicht sehr wesentlich durch das Austreten des Flusses im oberen Laufe modificiert gewesen, besondere Aufmerksamkeit zu schenken sei, da dies erfahrungsgemäss in sehr bedeutendem Maasse der Fall sein kann.

Herr v. Salis äusserte sich daher in Beantwortung der Expertenfrage 1 dahin, dass bezüglich der III. Section, schon bezüglich der Grösse und Form des Profiles, sowie rücksichtlich einiger weiterer minder wichtiger Fragen, welche erst an geeignetem Orte erwähnt werden sollen, eine nochmalige genaue Prüfung sich empfehle.

Bevor diese nicht stattgefunden habe, könne nach seiner Meinung die Frage 2 nicht beantwortet werden.

Bis ein Gesammtbild in technischer und finanzieller Beziehung vorliegen wird, werden eventuelle Ersparnisse erwogen werden können.

Beantwortung der 3. Frage bezüglich der III. Section (Avisio-Sperre und Wildbachverbauung).

Herr v. Salis hat die Avisio-Sperre besichtigt und auch über die Dimensionen, die Construction und speciell auch über die Fundierungsart genaue Mittheilungen erhalten. Er hat daraus entnommen, dass die Sperre in ausserordentlich starker Dimension und überhaupt sehr sorgfältig und solid ausgeführt ist, dass daher die Zerstörung der Sperre und zumal ein plötzlicher Einbruch, aus welchem für die unterhalb liegende Gegend eine Katastrophe entstehen könnte, nicht zu befürchten sei.

Selbstverständlich bedürfe ein so situiertes Werk der beständigen sorgfältigen Ueberwachung und eines Unterhaltes, welcher irgendwo sich zeigenden Beschädigungen oder Mängeln sofort begegnet.

Die Wirkung der Sperre hat sich nach abwärts in der Form von Vertiefungen des Avisio-Bettes geltend gemacht, was Reclamationen seitens der Avisio-Genossenschaft hervorgerufen hat.

Diese Wirkung ist nach Ansicht des Herrn v. Salis die Folge der Verminderung der Geschiebe und sie würde daher auch eingetreten sein, wie immer diese letztere erzielt worden wäre. Man dürfte also, meint Herr v. Salis, überhaupt keine Verbauungen ausführen, wenn diese Wirkung derselben vermieden werden sollte. Im allgemeinen werde aber der grosse Nutzen derselben, so weit er im Thale zur Geltung kommt, erblickt, wenn es auch vorkommen mag, dass durch die eingetretene Vertiefung des Avisio-Bettes unterhalb der Thalsperre von St. Giorgio stellenweise Unterfangungen der Uferbauten nothwendig würden.

Schliesslich empfiehlt Herr v. Salis die Ausführung von Wildbachverbauungen im Avisio-Thale, damit die Geschiebezufuhr, welche nach der Ausfüllung des Sammelbeckens der Avisio-Sperre wieder beginnen müsste, endgiltig gebrochen werden.

41. Capitel.

Die Revisions-Commission vom Jahre 1886.

In Ausführung des Gesetzes vom Jahre 1886, nach welchem das Etsch-Regulierungsproject weiter überprüft werden sollte, wurde mit den Erlässen des hohen k. k. Ackerbau-Ministeriums vom 26. Juni, 20. und 25. August 1886, Z. 8044, 10.873 und 11.569, eine eigene technische, aus Ingenieuren des k. k. Ministeriums der Innern, des k. k. Ackerbau-Ministeriums, der k. k. Statthalterei, des Tiroler Landes-Ausschusses und der Interessenten bestehende Commission bestellt, welche die Aufgabe hatte das Project zu prüfen. Auch fiel der Commission die Aufgabe zu, das vom schweizerischen Ober-Bau-Inspector v. Salis über Einladung der Staatsverwaltung abgegebene Gutachten über die Etsch-Regulierung in den Kreis ihrer Erwägungen zu ziehen.

Diese Commission nahm eine eingehende Besichtigung der ganzen Flusstrecke vor, mit welcher sie am 20. September 1886 in der I. Section begann und beendete ihre Arbeiten im September und October 1886.

Hinsichtlich der I. Section[1] erklärten die Commissions-Mitglieder einstimmig, dass durch die vorliegenden Anträge den Verhältnissen vollkommen entsprochen ist und weitere Aenderungen von der Commission nicht beantragt werden. Hiebei seien auch schon die Erfahrungen und Wahrnehmungen

[1] Protokoll über die Revision des Projectes zur Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses in der I. Section von der Passer-Mündung bis 650 m unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes an der Eisack-Mündung, aufgenommen in Bozen am 30. September 1886.

aus der letzten Ueberschwemmung vom October 1885 vollkommen berücksichtigt.

Durch diese Bau-Anträge werde der Schutz der Communicationen und des Grundbesitzes längs der bezeichneten Flussstrecke gegen Ueberschwemmungen jedoch nur dann erreicht, wenn die, das fragliche Etsch-Flussgebiet beeinflussenden Wildbäche, für den Fluss unschädlich gemacht werden. Die Commission bezeichnete in dieser Beziehung insbesondere den Töllgraben, die Passer, den Sinich- und Falschauer-Bach und die Eisack nebst Talfer.

Vereinfachungen des Projectes erklärte die Commission für unzulässig, wenn der Zweck der Regulierung überhaupt erreicht werden sollte.

Bezüglich der Section I/a wurde seitens der Commission in gleicher Weise die Befriedigung mit dem vorgelegten Projecte ausgesprochen.[1]

Dasselbe gilt auch von der II. Section, wo jedoch die Commission die Nothwendigkeit der Verbauungen des Auerer-, Viller- und des Masetto-Baches, sowie des für den Kalterer Abzugsgraben gefährlichen Fenner-Baches hervorhob. (Protokoll vom 9. October 1886.)

Weit schwieriger gestaltete sich die Ueberprüfung in der III. Section.

In Gemässheit der Erlässe des hohen k. k. Ackerbau-Ministeriums hatte die Commission in dieser Section die Aufgabe, das erwähnte Fluss-Regulierungsproject in folgenden Richtungen zu überprüfen:

1a. Ob und eventuell welche Aenderungen an dem Projecte vorzunehmen wären, um (insbesondere im Hinblicke auf die nach Verfassung und Begutachtung des Projectes aus der letzten Ueberschwemmung vom October 1885 hervorgegangenen Verhältnisse und Erfahrungen) den Zweck des Schutzes des Grundbesitzes und der Communicationen längs des Etsch-Flusses gegen Ueberschwemmungen thunlichst zu erreichen.

1b. Wie das Project, eventuell das im Sinne der Antwort ad 1a modificierte Project, unbeschadet seines Zweckes durch technisch zulässige Vereinfachungen so einzurichten wäre, dass die sichere Gewähr für das Auslangen mit der gesetzlich veranschlagten Summe geboten werde.

1c. Ob nach der durchgeführten Anlage die Standfestigkeit der im Avisio-Flusse bei St. Giorgio nächst Lavis hergestellten Thalsperre verbürgt erscheint, oder ob weitere Maassnahmen und welche nöthig erscheinen, um die Gefährdung des Ortes Lavis und der unterhalb der Sperre befindlichen Anlagen und Liegenschaften auszuschliessen.

Ausserdem hatte die Commission einige administrative Fragen zu beantworten.[2]

Die Commission beschäftigte sich zunächst mit der Ausmittlung der abzuführenden Wassermengen und bestimmte darnach neue Querprofile, deren Ausmaasse und Formen bei Erörterung des Regulierungsprojectes der III. Section weiter besprochen werden sollen.

Die Commission erklärte diese Profile für die vollständige Erreichung des Endzweckes nothwendig, doch sollen dieselben für die Detailprojectierung nur bezüglich ihres Querschnittes in Bezug auf die aufzunehmenden Wassermengen maassgebend sein, im übrigen aber die Localverhältnisse möglichst berücksichtigt werden, wobei principiell an dem Grundsatze festzuhalten wäre, dass in den noch nicht vollständig geschlossenen Flusstrecken die Vergrösserung des Querprofiles durch Auseinandersetzung und nicht durch Erhöhung der Hochwasserdämme bewirkt werden soll.

Insoferne in dem Regulierungsprojecte die altbestehenden Dämme beibehalten wurden, tritt der ungünstige Umstand ein, dass die mitunter ungeregelte Richtung und die ungleiche Entfernung der beiderseitigen Dämme von einander und den Uferlinien den ungehinderten Ablauf der Hochwässer beeinträchtigen.

Da jedoch der grösste Theil dieser Dämme aus ökonomischen Rücksichten nicht aufgegeben werden kann, so war die Commission nicht in der Lage, eine Versetzung derselben in Betracht zu ziehen; dagegen wurden bei den alten und neuen Hochwasserdämmen von mehr als 3 *m* Höhe über dem Terrain, zur Vermeidung von Durchsickerungen und Vermehrung der Standfestigkeit, eigene Bermen an der Landseite beantragt.

Die Commission fand weiters grosse Aenderungen am Projecte rücksichtlich der Einmündung des Avisio, der Strecke bei Nave St. Rocco u. s. w. erforderlich und erklärte daher in Beantwortung der gestellten Fragen Folgendes:

Zu 1a. Der Schutz des Grundbesitzes und der Communicationen längs des Etsch-Flusses gegen Ueberschwemmungen lässt sich nur dann erwarten, wenn die Durchführung der Regulierung in der Weise geschieht, dass die Durchflussprofile vergrössert und das Project rücksichtlich einzelner Strecken abgeändert werde.

Zu 1b. Durch die nothwendig werdenden Profilserweiterungen und durch die weiteren Maassnahmen aus Anlass der Hochwässer vom Jahre 1882 und vom Jahre 1885 werden sich die Kosten in mehreren Strecken, namentlich bei den vor der Wirksamkeit des Gesetzes vom Jahre 1879 ausgeführten Durchstichen und bei den Hochwasserdämmen voraussichtlich erheblich steigern; die Commission erklärte, nicht in der Lage zu sein, irgend eine Gewähr für das Auslangen mit der für diese Section gesetzlich veranschlagten Summe auszusprechen.

Zu 1c. Die Standfestigkeit der im Avisio-Flusse bei St. Giorgio bei Lavis hergestellten Thalsperre erscheint nach der durchgeführten Anlage, soweit technische Voraussicht reicht, verbürgt.

Im Sinne der Anträge der Revisions-Commission, welchen vom Strassenbau- und Wasserbau-Departement des k. k. Ministeriums des Innern zugestimmt wurde, erhielt die Bauleitung der III. Etsch-Regulierungs-Section den Auftrag, das Regulierungsproject dieser Section im Sinne der Andeutungen der Revisions-Commission vom Jahre 1886 umzuarbeiten.

Dieses umgearbeitete Project wurde mit Statthaltereibericht vom 20. September 1887 dem k. k. Ackerbau-Ministerium vorgelegt und zur Prüfung dem Strassenbau- und Wasserbau-Departement im k. k. Ministerium des Innern überwiesen.

Mit der Ueberprüfung des Projectes wurde Verfasser betraut, zu welchem Behufe er an der Hand der vorgelegten Pläne eine locale, mehrwöchentliche Besichtigung des Etsch-Flusses vornahm und sich hiebei auch durch Erkundigung bei den wichtigsten Interessenten die erforderlichen Auskünfte einholte.

Bei dieser Gelegenheit bereiste der Verfasser auch den unteren Lauf der Etsch, von Sacco abwärts bis zur Landesgrenze bei Borghetto und das Leno-Thal bis in die obersten Verzweigungen, in Gesellschaft des verdienstvollen k. k. Oberbaurathes und Vorstandes des technischen Statthalterei-Departements in Innsbruck, Herrn August Ritt, dessen gründlicher

[1] Protokoll über die Revision des Projectes zur Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses in der Section I/a (neutrale Strecke) vom Endpunkte der I. Section bis einschliesschlich der Gmunder Brücke; aufgenommen am 4. October 1886.

[2] Protokoll, aufgenommen in Trient am 15. October 1886.

Sachkenntnis und liebenswürdiger Bereitwilligkeit er manche schätzenswerte Aufklärung verdankt.

Das vorgelegte Project belief sich auf eine Kostensumme von ca. 3,500.000 fl.; da hiedurch der nach dem Gesetze vom Jahre 1886 zur Verfügung stehende Betrag von 2,940.777 fl. als Creditrest weitaus überschritten wurde, so war es neben mannigfaltigen Anträgen und Anregungen Sache des Verfassers, einen Ausweg aus der finanziellen Calamität zu ersinnen, da an eine Vermehrung der Dotation für die Etsch mit Rücksicht auf mannigfache Verhältnisse vorläufig nicht zu denken war.

In dem umfassenden Gutachten, welches der Verfasser unter dem 8. Februar 1888 erstattete, wurde das Erfordernis für die III. Section mit 3,408.400 fl. constatiert, wodurch sich dem gesetzlich vorhandenen Creditreste von 2,940.777 fl. ein unbedeckter Mehraufwand von 467.623 fl. ergab.

Es blieb daher nur übrig, das vorgelegte Project unter Zugrundelegung der adjustierten Gesammtkostensumme von 3,408.400 fl. derart zu reducieren, dass der Kostenüberschlag den aus der gesetzlichen Dotation noch vorhandenen Baurest von 2,940.777 fl. nicht überschritt, wodurch das Project in den Rahmen des §. 3 des Gesetzes vom 11. September 1886 so eingefügt wurde, dass es als das nach §. 2 dieses Gesetzes revidierte Project angesehen und ohne weiteren Aufschub ausgeführt werden konnte.

Zu diesem Behufe mussten aus dem Kostenvoranschlage von 3,408.400 fl. Arbeiten im unbedeckten Kostenbetrage von 467.623 fl. in der Weise ausgeschieden werden, dass der Zweck des Regulierungs-Unternehmens hiedurch in der mindest fühlbaren Weise beeinträchtigt wurde, und dass das verbleibende Arbeitsprogramm ein in sich abgeschlossenes einheitliches Unternehmen von zweifellosem Nutzen verblieb.

Zur vollen Erreichung des Regulierungszweckes, d. i. zur schadlosen Abführung der Hochwässer innerhalb von Dämmen, wird aber in Hinkunft auch die Ausführung der ausgeschiedenen Arbeiten soweit erforderlich erscheinen, als dieselben nicht schon aus eventuellen Ersparungen gedeckt worden wären.

Hiemit sind wir am Schlusse der Verhandlungen angelangt, welche zur Einleitung der Etsch-Regulierungs-Arbeiten erforderlich waren und welche für die im Zuge befindliche Regulierungs-Action die Grundlage bilden.

42. Capitel.

Schlussbetrachtung.

Die wiederholten durch die in ganz Europa seit dem letzten Decennium auftretenden abnormen Regengüsse und die Unvollständigkeit der Regulierung verursachten Hochwässer der Jahre 1885, 1888, 1889 und 1890 haben die Regulierungsaction empfindlich beeinträchtigt, wie aus der Beschreibung dieser Hochwasser-Katastrophen in dem die Geschichte der Ueberschwemmungen behandelnden Abschnitte zu entnehmen ist.

Insbesondere das Hochwasser des Jahres 1890 gab zu einer Reihe von Petitionen Veranlassung, die Durchflussprofile der Etsch einer neuerlichen Revision zu unterziehen, was auch am Schlusse des Jahres 1890 und Beginn des Jahres 1891 in der umfassendsten Weise geschehen ist.

Das nähere über die Projectsrevision des Jahres 1891, bei welcher der Verfasser als substituierender Etsch-Bau-Inspector die Leitung der technischen Arbeiten und Erhebungen hatte, wird in dem bezüglichen detaillierten Abschnitte ausgeführt.

Es erübrigt nur zu bemerken, dass die I. Section der Etsch-Regulierung in der Strecke Meran—Bozen bereits vollendet und der Genossenschaft auf Grund eines eigenen Erhaltungsgesetzes zur Erhaltung übergeben worden ist, während die Regulierungsarbeiten der anderen Sectionen der demnächstigen Vollendung im Sinne des Bauprogrammes entgegen gehen.

Was den Erfolg dieser Regulierungsarbeiten anbelangt, so ist derselbe gelegentlich der Besprechung der Revisions-Commission vom Jahre 1891 eingehend geschildert.

Derselbe ist dank dem hohen Verständnisse, der Energie und der pflichttreuesten Aufopferung aller Betheiligten, insbesondere der Ingenieure der Etsch-Regulierung innerhalb der mit Rücksicht auf die zur Verfügung gestellten Geldmittel zulässigen Anforderungen auf das höchste gesteigert und gereicht zu unstreitigem Segen des Etsch-Thales, wenngleich sich nicht verhehlen lässt, dass eine vollständige Sicherung des Thales vor den grössten Elementar-Katastrophen nur durch einen weiteren Ausbau des begonnenen Werkes im Sinne einer relativ geringfügigen, wenn auch sehr kostspieligen Profilsvergrösserung, sei es durch Erhöhung, sei es durch stellenweise Auseinanderrückung der Dämme, erreicht werden kann.

Immerhin genügt schon eine Fahrt längs der Etsch von Meran bis Sacco, um angesichts der solid ausgeführten und schön tracierten Concentrierungswerke und Schutzdämme die zweifellose Ueberzeugung zu erlangen, dass hier in vereinter Anstrengung aller Betheiligten mit verhältnismässig äusserst sparsamen Mitteln wahrhaft grosses geleistet worden ist.

In der That findet auch das Geschaffene die vollste und dankbarste Anerkennung der verständnisvollen Bevölkerung und es darf nicht beirren, wenn auch hier wie überall mitunter die Selbstsucht einzelner und ganzer Gruppen von Interessenten den Nutzen des Geschaffenen in der offenbaren Tendenz in Frage zu stellen bestrebt ist, um hiedurch eine Handhabe zu erhalten, sich der Zahlung der Concurrenzbeiträge oder gar auch der Steuern zu entziehen, mindestens aber dieselben auf das denkbarst geringste Maass herabzudrücken.

Solche Elemente sind aber eben diejenigen, die am lautesten zu hören sind, während das Lob des Regulierungswerkes eben mit Rücksicht auf das Ausmaass der Concurrenzbeiträge und der Steuern zumeist nur im vertrauten Kreise der Interessenten ferne von den Ohren der Behörden und gesetzgebenden Factoren im stillen gesungen wird.

Diese Verhältnisse veranlassen denn auch häufig Uneingeweihte zu mitunter gehörten Ansichten, die mit den Thatsachen im grellsten Widerspruche stehen. So kommt es, dass der Wasserbau-Ingenieur wie so häufig, so auch hier, oft mit schwerem Undank und unrichtigen, von eigensüchtigen Strebern begierig aufgegriffenen und schadenfroh geschürten Vorstellungen zu kämpfen hat, um seinem hohen und menschenfreundlichen Berufe gerecht zu werden.

Ein Blick auf das vollbrachte Werk, ein Blick auf die blühenden Rebengehänge an Stellen, wo einst Sümpfe die Luft verpesteten, ein Blick auf die kräftigen Gestalten der Bevölkerung von Orten, die sonst die Herde von tödtlichen Fiebern waren, kann aber und muss genügen, das Herz der Vollbringer solcher Werke in stolzer Freude zu schwellen und denselben eine innere Befriedigung zu schaffen, die erhaben ist über der Menschen Hass und Gunst.

Nur einen solchen Moment hielt Goethe für gross genug, um seinen Faust im Angesichte des von ihm neugewonnenen Landes seinen letzten Athemzug mit den Worten aushauchen zu lassen:

„Es kann die Spur von meinen Erdentagen
Nicht in Aeonen untergehen. —
Im Vorgefühl von solchem hohen Glück
Geniess' ich jetzt den höchsten Augenblick.“

VI. Abschnitt.

Das Project für die Regulierung der Etsch von Meran bis Sacco.

43. Capitel.

Einleitung.

Das Regulierungsproject erstreckt sich, wie bereits erwähnt wurde, auf vier getrennt behandelte Strecken, nämlich:

1. Die Section I von der Passer-Mündung bei Meran bis 600 *m* unterhalb des Separationswerkes zwischen Etsch und Eisack unterhalb Bozen in einer Länge von . . . 28·70 *km*

2. Die Section I/a, oder auch die neutrale Section, vom Endpunkte der I. Section bis zur Eisenbahnbrücke über die Etsch bei Gmund in einer Länge von 11·80 *km*

3. Die Section II von der Eisenbahnbrücke bei Gmund bis zu derjenigen von St. Michele in einer Länge von 23·50 *km*

4. Die Section III von der Eisenbahnbrücke über die Etsch bei St. Michele bis zur Einmündung des Leno-Baches bei Sacco unterhalb Roveredo in einer Länge von 41·— *km*

Die Gesammtlänge, auf welche sich sonach die Etsch-Regulierungsgesetze aus den Jahren 1879 bis 1886 beziehen, beträgt demnach 105.— *km*

In der weiteren Strecke von der Leno-Mündung abwärts bis zur österreichisch-ungarischen Reichsgrenze gegen Italien bei Borghetto unterhalb der Zollgrenzstation Ala wurden an den zumeist bedrohten Stellen Regulierungswerke aus dem auf Grund des Gesetzes vom 13. März 1883, R.-G.-Bl. Nr. 31, gegründeten Tiroler Gewässer-Regulierungsfonde ausgeführt.

Auch in der obersten Etsch oberhalb Meran, insbesondere bei Glurns, wurden ausgedehnte Etsch-Strecken unter Subvention des für die Landescultur-Interessen so sorgsamen Landes-ausschusses von Tirol ausgeführt, welche jedoch keinen Theil des vorliegenden Projectes bilden.

44. Capitel.

Allgemeine Grundsätze des Etsch-Regulierungs-Projectes.

Die Zustände des Etsch-Thales, welche die Nothwendigkeit der Regulierung herbeiführten, waren so schreiende, dass die Verwilderung des Flusslaufes jede höhere Bewirtschaftungsstufe des so fruchtbaren Thales, ja stellenweise selbst die Bewohnbarkeit desselben geradezu in Frage stellte.

Umsonst versuchte man es mit halben Maassregeln, insbesondere auch nur mit der Anwendung von Uferschutzbauten ohne hochwasserfreien Dämmen, welche von manchen Hydrotecten mit Rücksicht auf häufige Dammbrüche schlecht gebauter oder schlecht erhaltener Hochwasserdämme jetzt noch empfohlen werden möchten; der Erfolg, der damit erzielt wurde, war ein ganz ungenügender, wozu noch der Verlust der enormen Baukosten derartiger Schutzwerke kam.

In der That ist auch das Gefälle der Etsch ein so grosses, dass von einer nützlichen wilden Anschlämmung durch Hochwässer im allgemeinen nicht die Rede sein kann. — Derartige Gebirgsflüsse reissen vermöge ihrer grossen Geschwindigkeit die ganze Humusdecke ausgedehnter Culturflächen fort; statt sie anzufeuchten und statt sie mit düngendem Schlick zu colmieren, überschütten sie ganze Thalgebiete mit Geröll- und Sandlagen von mehreren Metern Höhe, wodurch die Productivität des Bodens trotz des Fleisses der Bewohner und ihrer eigenartigen Geschicklichkeit, diese Schutthalden bald mit aus grossen Tiefen herausgegrabenem Humus zu bedecken, oft für Jahre hinaus zerstört wird.

Von einer wilden Bewässerung kann daher für denjenigen, der das Etsch-Thal kennt, im vorhinein keine Rede sein.

Ausserdem fordert aber der Schutz der dem Hochwasser preisgegebenen Ortschaften und Städte gebieterisch die Anlage von Dämmen, wenn dieselben nicht zerstört und dem Hochwasser preisgegeben werden sollen. Wollte man daher auch principiell aus Rücksichten für das flache Land keine Dämme machen, so müssten doch die Ortschaften geschützt werden. In flachen Ländern, in Flussläufen mit kleinem Gefälle, kann man in solchen Fällen wohl einzelne Ringdämme um die Ortschaften anlegen. Versuche man es aber, mitten in die reissenden Fluten der mit starkem Gefälle das Thal durchbrausenden Etsch einen Ringdamm beispielsweise um die Stadt Trient zu legen, ohne das Etsch-Thal oberhalb zu schützen! Die Erfahrungen von Jahrhunderten zeigen in unwiderleglicher Weise, dass ein solches Unternehmen ganz aussichtslos und widersinnig wäre.

Es bleibt daher kein anderes Mittel übrig, als dem Hochwasser der Etsch in einem festen und sicheren Gerinne einen Lauf zu geben, durch den es an den bedrohten Ortschaften vorbei, ohne dieselben zu überschwemmen, seinen Abzug findet.

Hiezu ist aber die vollständige, continuierliche Regulierung der Etsch mit hochwasserfreien Dämmen unerlässlich.

Wenn von einer nützlichen Colmation des Bodens im Etsch-Thale überhaupt die Rede sein kann, so könnte diese niemals dadurch bewirkt werden, dass man die Fluren mittelst überströmbaren Mittelwasserdämmen oder Leitwerken den entfesselten Elementen und damit dem sicheren Verderben preisgibt, vielmehr müsste nach beendeter Regulierung das Etsch-Thal in Colmationsbecken eingetheilt werden, in welche das trübe, nämlich nur Schlamm, aber nicht Geschiebe und Sand führende Wasser mit geringer Geschwindigkeit eingeführt und nach einem gewissen Turnus zur Abgabe der düngenden Schlickstoffe veranlasst würde. Hiezu ist aber die vorherige Regulierung die erste Grundbedingung, denn bevor die zu einer derartigen Colmierung erforderlichen bedeutenden Planierungen, Zu- und Ableitungsgräben, Colmationsschleussen angelegt werden können, muss vorerst der Landwirt gegen die Vernichtung dieser Grundstücke sammt den kostspieligen, zur Melioration derselben eventuell bestimmten Colmationsanlagen gesichert werden.

Die Colmation im Etsch-Thale ist daher durch die hochwasserfreie Herstellung der Dämme nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern wird durch sie vorbereitet.

Die Colmation ist aber nicht nur wünschenswert, sondern sogar nothwendig und dürfte nach Beendigung der Etsch-Regulierung vorzuschreiben und nach einem gewissen Turnus derart zu regeln sein, dass hiedurch nicht nur eine düngende Aufschlickung, sondern sogar ohne Rücksicht auf diese eine successive Erhöhung der einzelnen Becken und hiemit nach und nach der ganzen Thalsohle angestrebt würde.

Auf diese Weise dürfte selbst die allfällige Erhöhung der Flussohle im Schach gehalten und die Sicherung der Vorflut bei eingedämmten Flüssen in jedem Falle erreicht werden; denn wenn auch die Sohlenerhöhung nach einem Hochwasser im Flussbette eine ziemlich grosse wäre, so hat doch der Fluss Monate, ja oft Jahre Zeit, sich wieder einzutiefen und nach und nach derartige ungewöhnliche Ab-

lagerungen abzutreiben, so dass er sich im allgemeinen nicht mehr zu erhöhen braucht als ein systematisch colmiertes Hinterland.

Obwohl nun eine derartige Colmation im Etsch-Thale überhaupt noch gar nicht in Aussicht genommen und lediglich eine Idee des Verfassers ist, so steht ihrer künftigen Ausführbarkeit die jetzt im Zuge befindliche Herstellung eines hochwasserfreien regulierten Flussbettes der Etsch mindestens nicht im Wege.

Das Princip der Hochwasserdämme angenommen, versteht es sich von selbst, dass dieselben mit ihrer Krone über das höchste bekannte Hochwasser angelegt sein müssen. Demgemäss wurde das erste Project dem damals bekannten höchsten Hochwasserstand vom Jahre 1868 angepasst. Die Erfahrungen des Jahres 1882 zeigten aber eine weitere Hebung der Dammkronen als nothwendig, was sich nach den stellenweise noch höheren Wasserständen vom Jahre 1885 wiederholte.

Im allgemeinen sind die Dammkronen der jetzigen Projecte circa 60 *cm* über den bekannten höchsten Hochwasserständen gelegen.

Weiters muss es als selbstverständlich betrachtet werden, dass die Hochwasserdämme ohne jegliche Lücke continuierlich den Flusschlauch einschliessen müssen, indem sonst der Durchbruch an einer einzigen Stelle offenbar die Ueberschwemmung des ganzen Thales auf der betreffenden Uferseite zur Folge haben müsste.

Zum Schutze gegen den Wasserangriff besitzen die Hochwasserdämme eine zweidrittel-füssige, mit steinernem Talus-Pflaster befestigte Böschung, während durch entsprechende Breiten der Dammkronen, flache Böschung der Dämme auf der Landseite, Bremon- und Rückenverstärkungen durch Steinsätze u. s. w. dem Wasserdrucke ein genügender Widerstand entgegenzusetzen versucht wird.

Auf der Landseite sind die Dämme nicht gepflastert, weil sie dort vom Hochwasser überhaupt nicht angegriffen werden sollen. Geschieht dies bei unfertigen Regulierungsstrecken dennoch, wodurch der Damm leicht zum Einsturz gebracht werden kann, so kann dies offenbar nicht der Construction zur Last geschrieben werden; es ist dann lediglich die Folge eines während der Ausführung eingetretenen Elementar-Ereignisses, welche beim Wasserbaue nicht nur unvermeidlich ist, sondern sogar als wahrscheinlich vorausgesehen werden kann, wenn die Bauzeit eine so lange ist, dass eine rasche Herstellung des ganzen Werkes innerhalb einer gewissen Niederwasser-Periode nicht erfolgen konnte.

Das gewählte Durchflussprofil der Etsch-Regulierung ist ein Doppelprofil, wobei der innere Profiltheil für den Abfluss der Mittelwässer, das Ganze aber für denjenigen der Hochwässer bestimmt ist.

Das Mittelwasserprofil ist durch steinerne Leitwerke eingefasst, während die Construction und Breite des Vorlandes in den verschiedenen Strecken ungleich ist und bei Besprechung der einzelnen Sectionen näher erörtert werden wird.

Der leitende Gedanke der Regulierung ist daher, das für jede Strecke ausgemittelte Kunstprofil in jedem Falle herzustellen. Bei ungenügend breiten Flusstellen geschieht dies durch entsprechende Erweiterung, bei überbreiten Stellen durch Einschränkung des Flussbettes.

Wo das Flussbett die genügende Breite und Tiefe für die Mittelwässer zeigt, haben wir es bloss mit Uferschutzwerken und Hochwasserdämmen, das ist mit Normalisierungs-Bauten, an überbreiten Stellen speciell mit Concentrierungs-Bauten zu thun.

Bei letzteren wird durch steinerne, überströmbare Leit- oder Concentrierungswerke der normale Flusschlauch verengt und die Kronen der Leitwerke mit steinernen Traversen, zwischen denen eine Verlandung zur Ausbildung der Vorländer angestrebt wird, bis zu den Hochwasserdämmen oder eventuell genügenden Hochufern geführt.

Zur Regelung des Flussverlaufes in Bezug auf die Trace werden selbstverständlich die einzelnen Regulierungsbauten in eine fliessende, aus Geraden und Kreisbögen bestehende Linie gebracht, indem bei der grossen Geschwindigkeit der Etsch und ihrer bedeutenden lebendigen Kraft jedes Eck und jede Unregelmässigkeit schon zu verderblichen Kolkungen und Stromverwilderungen Anlass gibt.

Wo raschere Biegungen der Trace durch einfache Correcturen nicht mehr beseitigt werden konnten, musste zu Durchstichen gegriffen werden, indem an solchen Stellen zumeist gefährliche Angriffspunkte für Hochwässer vorhanden waren.

Viele Durchstiche mussten aber auch darum ausgeführt werden, weil an einzelnen Stellen, namentlich bei den Schuttkegeln einzelner geschiebeführender Wildbäche, die Abtreibung der in der Etsch erzeugten Staurücken durch eine Vermehrung des Gefälles und hiemit auch der Strömung erforderlich war. Durch derartige Eintiefungen des Flusschlauches wurde in vielen Fällen die Versumpfung oberhalb gelegener Thalflächen behoben.

Einen wichtigen Theil der Regulierung bildete auch die Erweiterung der Durchflussprofile von Brücken, welche dem Ablaufe der Hochwässer hinderlich waren.

Dies gilt insbesondere von den Eisenbahnbrücken bei Gmund und St. Michele und der steinernen Strassenbrücke von St. Lorenzo bei Trient.

An den Einmündungen der wichtigsten Seitenzuflüsse wurden Regulierungen und Separationswerke hergestellt.

Die Verlandung der Altbetten ist mit Hilfe von überströmbaren Absperrwerken und Verlandungs-Traversen aus Stein und Faschinen projectiert.

Einen wichtigen Theil des Projectes bildet auch die Entwässerung des Binnenlandes, welche zumeist durch Verlängerung der an geringer Vorflut leidenden Abzugsgräben, durch Regulierung, Erweiterung derselben und durch Anlage neuer Gräben angestrebt wird. Zur Verhinderung des Rückstaues der Hochwässer in das Binnenland sind viele der wichtigsten Gräben mit Dämmen und Schleussen versehen.

Schliesslich bildet auch die Verbauung der Hauptschluchten der grossen geschiebeführenden Seitenzuflüsse einen Gegenstand des Etsch-Regulierungs-Projectes, welcher das höchste Interesse wegen der Seltenheit, Wirksamkeit und wegen der Grossartigkeit der hiezu dienenden Thalsperrenbauten in Anspruch nimmt.

Diese Hauptschlucht-Verbauungen werden in einem folgenden Capitel in der eingehendsten Weise behandelt werden.

45. Capitel.

Das Etsch-Regulierungsproject in der Strecke von Meran bis zur Eisack-Mündung. (I. Section.)

Die Grundlage der Etsch-Regulierung in der I. Section bildet der „technische Bericht über die Etsch-Regulierung von der Passer bis zum Eisack vom 5. September 1874“, welcher von den Ingenieuren Heinrich Böhm und Hermann Ritter v. Schwind verfasst worden ist.

Diesem Berichte ist zugleich das generelle Project für die Regulierung der Etsch in dieser Strecke beigelegen, welches in seinen Hauptzügen auch zur Ausführung gelangt ist.

A. Die Regulierungs-Trace.

Aus dem Situationsplane der Etsch-Regulierung, Tafel 11 bis 14, ist die Regulierungs-Trace der I. Section deutlich zu entnehmen.

Die Etsch-Regulierung begann hier bei der Passer-Mündung. Die Passer war schon von Meran an beiderseits mit starken Ufermauern versehen, wodurch das Geschiebe dieses Wildbaches bis in die Etsch vorgetrieben wurde. Eine Verbesserung dieser Zustände erfolgte von selbst, als die Passer nahe an der Einmündungsstelle in die Etsch am rechten Ufer durchbrach und hier einen Material-Ablagerungsplatz bildete, der seither nicht mehr verbaut worden ist.

Von da an war die Etsch beiderseits mit Ufermauern umgeben bis bei *km* 1·5, wo der linksufrige Damm endete; hier wendete sich die Etsch unter einem rechten Winkel gegen die Maiser Au. Was sich von hier zur Burgstaller Gemeindegrenze dem Auge darbot, war ein Bild des Schreckens und der Verwüstung.[1]

Das Etsch-Bett, oft 600—700 *m* breit, bildete hier eine von zahlreichen Wasserarmen unterbrochene Wüste von Schutt und Gerölle, wie dies in der Situationskarte, Tafel 11, deutlich zu sehen ist. Am linken Ufer stürzten, von den Wellen unterspült, die 4 *m* hohen Wände beständig in die Etsch und die besten Maisfelder und Obstgärten wurden ein Raub der Fluten.

Unterhalb dieser gefährlichen Bruchstelle mündeten die Bäche Neuffen und Sinig am linken und der Falschauer am rechten Ufer. Durch die Geschiebemassen dieser Bäche erfolgte ein Rückstau nach oben, so dass der Marlinger Mühlgraben nur zur Zeit der niedrigsten Wässer durch zwei bis drei Monate im Jahre eine Vorflut in die Etsch besass und die Marlinger Au hiedurch versumpfte.

Wie aus der Situation, Tafel 11, zu entnehmen ist, wurde die Regulierungs-Trace in dieser Strecke so gewählt, dass das neue Etsch-Bett bis *km* 1·5 in seiner früheren Richtung in normalisiertem Bette verblieb, von hier ab aber ein Durchstich (der sogenannte Marlinger Durchstich) die Krümmung der Etsch in der Maiser Au abschneidet und sich erst bei *km* 4, das ist bei der Einmündung des Sinig-Baches mit dem alten Etsch-Bett vereinigt.

Nach einer kurzen lediglich normalisierten überbreiten Strecke folgt beiläufig von *km* $4^3/_4$ bis $5^1/_2$ der Kriegauer Durchstich bis zum Förstlerhof.

Der Neuffen-Bach mit seinen Geschieben wird in das alte Etsch-Bett längs des Marlinger Durchstiches, der Sinig-Bach in dasjenige längs des Kriegauer Durchstiches geleitet, wodurch er erst 2 *km* tiefer und zwar bei *km* $5^3/_4$ beim Förstlerhof in die Etsch gelangt.

Auch der Falschauer, welcher am linken Ufer frei ist, wurde durch einen ausgedehnten rechtsufrigen Damm, sowie durch den rechtsufrigen Etsch-Damm derart geleitet, dass seine Mündung bis *km* 6 weiter thalabwärts verlegt worden ist.

Hiedurch wurde für den Falschauer ein ausgedehnter Ablagerungsplatz gewonnen, welcher grosse Geschiebemassen aufzunehmen fähig ist. Herr Ober-Bau-Inspertor v. Salis, welcher überhaupt gegen Verlegungen der Mündungen von geschiebeführenden Seitenbächen an thalabwärts gelegene Stellen des Hauptflusses ist, hat sich in seinem Gutachten vom 23. August 1886 gegen diese Abwärtsverlegungen des Falschauer- und des Sinig-Baches ausgesprochen, indem er annimmt, dass sich an den neuen Mündungsstellen mit der Zeit ebenso grosse Gefälle ausbilden müssten, als an den alten Mündungsstellen bestanden haben, dass daher dann dieselben Bachgeschiebe in den Etsch-Fluss an Stellen gelangen werden, wo derselbe ein geringeres Gefälle, also auch eine kleinere Stosskraft hat, als an den alten Mündungen.

Dementgegen muss aber eingewendet werden, dass das Gefälle des Falschauer von Lana bis zur alten Mündung bei der neuen Mündung nicht unbedingt entstehen müsse, weil es ja nicht erwiesen ist, dass es ein Ausgleichs- oder Gleichgewichtsgefälle gewesen sei. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sich an der neuen Mündung ein Gefälle ausbilden wird, welches wohl grösser sein wird als es an der untersten Strecke des Falschauer-Baches längs der Etsch jetzt besteht, gewiss aber kleiner, als es an der früheren Mündung bestand.

Hiedurch werden aber in die Etsch nur leichtere Geschiebe gelangen, als dies bis jetzt der Fall war.

Wenn dies aber auch nicht zutreffen sollte, so ist der Vortheil eines ausgedehnten Ablagerungsplatzes und der Verlandung ausgedehnter Altbetten jedenfalls ein zu bedeutender, als dass er versäumt werden könnte. Ueberdies wird bis zu der Zeit, in welcher Herr v. Salis die bedeutende Erhöhung dieser Wildbäche befürchtet, auch die im Zuge befindliche Verbauung ihre günstigen Folgen äussern müssen, wodurch eine wesentliche Zurückhaltung der Geschiebe des Falschauer- und Sinig-Baches und damit selbstverständlich auch eine namhafte Verflachung der Gefälle an den Einmündungsstellen erwartet werden kann. Die Vortheile dieser Abwärtsverlegung der Mündungen sind daher wohl als ausser Zweifel gelegen zu betrachten.

Vom Förstlerhof ab bewegte sich die Etsch zwischen den Gemeinden Burgstall und Lana in einem ziemlich regelmässigen und gutgeschützten Flussbette bis beiläufig *km* $8^1/_4$, wo der linksufrige Schutzbau der Gemeinde Burgstall aufhörte. Hier wendete sich die Etsch gegen die Grundstücke der Gemeinde Gargazon, wo sie ähnlich wie in Mais hohe Ufer abspülte und in zahlreiche Arme zertheilt, in vielen Windungen und Serpentinen das ganze Thal zwischen Gargazon und Vilpian langsam vernichtete und versumpfte. Hiezu trat noch der Gargazoner-Bach, welcher bei dem gleichnamigen Orte aus der Thalschlucht tritt und mit seinen Geschieben die Verwilderung vermehrte. Die Regulierung in dieser Theilstrecke Burgstall-Vilpian wurde nun in der Weise durchgeführt, wie dies aus dem Situationsplane, Tafel 11, ersichtlich ist. Vom Kriegauer Durchstich, beziehungsweise vom Förstlerhof ab, wurde das alte Etsch-Bett bis *km* $8^1/_2$ normalisiert; von da ab erscheinen die Serpentinen der Etsch durch eine flüssige aus Geraden und Kreisstücken bestehende Linie durchschnitten, wobei einzelne Theile des alten, überbreiten Bettes benützt worden sind, nachdem sie durch Concentrierungsbauten das richtige Profil erhalten haben.

Bis zum *km* $10^1/_2$ reicht noch der Concentrierungsbau, von hier bis *km* $11^1/_2$ erscheint die linksufrige Serpentine unterhalb des Ortes Gargazon durch den „Gargazoner Durchschnitt“ abgeschnitten.

Nach einer kurzen Concentrierungsstrecke von kaum $^1/_2$ *km* Länge werden die Serpentinen zwischen den Ortschaften Gargazon und Vilpian durch den „Gargazon-Vilpianer Doppel-Durchstich“ in einer Länge von ca. $1^1/_2$ *km* durchschnitten.

Der Gargazoner Wildbach wurde in das neugebildete Bett bei *km* $9^3/_4$ eingeleitet, wodurch er im Altbett der Etsch einen geräumigen Ablagerungsplatz erhielt.

In der folgenden Strecke Vilpian-Siebeneich nimmt die Etsch bereits einen weit regelmässigeren Verlauf, indem die durch Steinwürfe gut gesicherten Ufer den Fluss derartig concentrierten, dass er die zur Abführung der Geschiebe erforderliche Stosskraft besass. Eine starke Verwilderung des Flusslaufes verursachte jedoch der Vilpianer Wildbach, der erst in neuerer Zeit seinen Schuttkegel bis zur Etsch vorschob

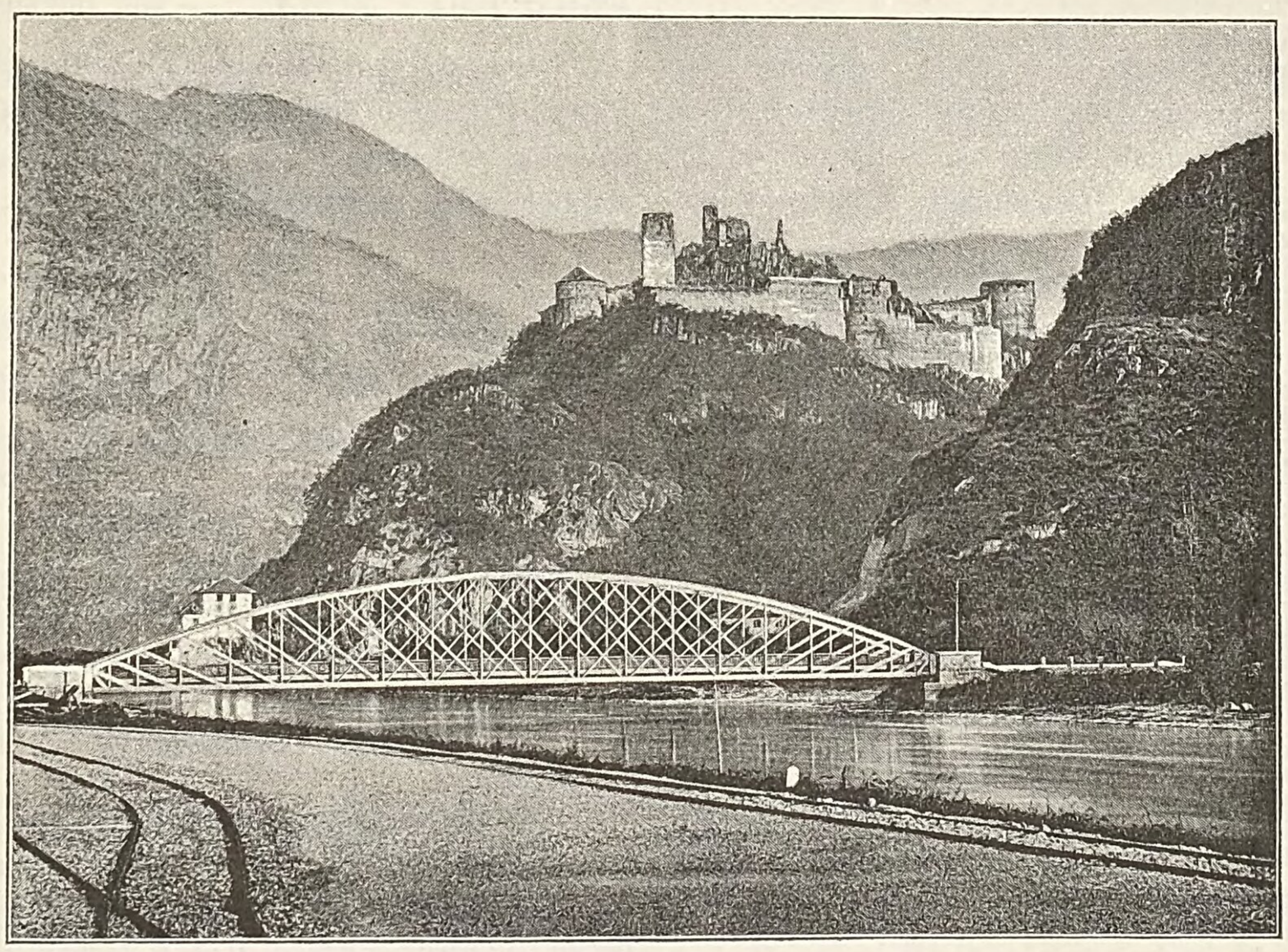
[1] Böhm und Schwind.

und in derselben einen Staurücken verursachte, wodurch sich das Etsch-Bett in der aufwärts gelegenen Strecke über das Thalniveau gehoben hat und sich parallel zur Etsch am rechten Ufer ein neues Rinnsal, der „Nalser Giessen“, bildete, welcher alle rechtsseitigen Zuflüsse aufnahm. Durch diesen Rückstau wurde die Tiefenser Flur ganz versumpft. Zur Behebung dieses Uebelstandes wurde die Etsch-Krümmung bei *km* $14^1/_2$ bis 15, in welche früher der Vilpianer Wildbach mündete, mittels des „Vilpianer Durchstiches“ abgeschnitten und der Wildbach in das Altbett der Etsch geleitet, welches ihm als Ablagerungsbecken dient. Durch die Concentrierung der Etsch an dieser Stelle wird auch das Abtreiben des gebildeten Staurückens bewirkt.

Unterhalb des Vilpianer Baches war das Etsch-Bett mit Steinwürfen gut geschützt, normal entwickelt und in flüssigen Linien verlaufend, so dass hier mit Ausnahme kleiner Concentrierungen von Ueberbreiten, wie z. B. bei *km* $15^1/_4$ und $15^1/_2$ im allgemeinen nur Normalisierungen nothwendig waren.

Bedenklicher waren die Verhältnisse bei Terlan. Hier wendete sich die Etsch in einem jähen Bogen nach links gegen die Strasse und den Ort, den sie 1 *m* hoch bei Hochwässern überschwemmte und durch Unterwaschung in Gefahr brachte. Durch die grosse Ueberbreite, die der Fluss an dieser Stelle hatte, verlor er auch die Kraft sein Geschiebe abzuführen, wodurch sich das Etsch-Bett von Terlan aufwärts bedeutend erhöhte und besonders bei Hochwässern einen starken Rückstau verursachte. Aber auch bei Niederwässer machte sich der Nachtheil bemerkbar, dass die Wässer der rechtsseitig gelegenen Gründe zwischen Nals und Andrian wegen mangelnder Vorflut versumpften und so zur Verlängerung des sogenannten „Weiten Mooses“ wurden, welches sich von der Eisack-Mündung aufwärts am ganzen rechten Etsch-Ufer bereits bis Nals erstreckte.

Fig. 29.



Die Etsch-Brücke bei Sigmundskron.

Diesem Uebelstande wurde durch Abschneidung des erwähnten Bogens von *km* 17 bis $18^1/_2$ durch den „Terlaner Durchstich“ abgeholfen, wobei der am linken Ufer oberhalb Terlan befindliche „Moosgraben“, sowie der Peters-Bach (Terlaner Wildbach), letzterer behufs Ablagerung seiner Geschiebe, in das Altbett der Etsch geleitet wurden.

Von Terlan abwärts bis Siebeneich verlief der Fluss ziemlich normal und wurden daher bis *km* $20^1/_2$ lediglich einige überbreite Stellen concentriert.

Die ganze Etsch-Strecke von Terlan abwärts bis zur Einmündung des Eisack litt jedoch am Rückstau, welcher bei Sigmundskron durch eine Geschiebebarre im Etsch-Bett verursacht wurde. — Diese Geschiebebarre stammt offenbar vom Eisack-Fluss her, welcher gelegentlich eines Hochwassers sein rechtes Ufer durchbrach und in der Etsch ein so grobes Geschiebe ablagerte, dass die letztere, welche ein viel kleineres Gefälle besitzt, als der Eisack, nicht imstande war, dasselbe abzuführen. Der hiedurch verursachte Rückstau reicht bis Terlan und versumpfte das berühmte Bozener Neufeld am linken Etsch-Ufer bis Siebeneich, während sich am rechten Etsch-Ufer das sogenannte „Weite Moos“ von Sigmundskron bis Nals erstreckte und sich immer weiter ausdehnte.

Ueberdies bildete der Fluss zwei grosse Krümmungen, die eine bei Siebeneich, die andere bei Sigmundskron, welche ebenfalls förmliche Staurücken bildeten und zur Verwilderung des Flusslaufes beitrugen.

Das Bozener Neufeld wurde Ende des vorigen Jahrhunderts unter der Regierung des Kaisers Josef vollständig eingedämmt und gegen Hochwässer auf diese Weise vollkommen geschützt. Dieser sogenannte „Josefinische Damm“ beginnt an der Bozen-Meraner Strasse und zieht sich längs des ganzen linken Etsch-Ufers bis in die Nähe der Eisack-Mündung. Das Dammstück von der Strasse bei Siebeneich trieb wie ein Sporn das Hochwasser direct gegen die Gründe am Unterrain am rechten Etsch-Ufer.

Schliesslich war bei Sigmundskron das ganze Hochwasser zwischen den Josefinischen Etsch-Damm am linken und einen vorspringenden Felskopf am rechten Ufer auf eine Breite von 68 *m* zusammengedrängt, welche Breite durch den Bau der Strassenbrücke noch verringert wurde. Hiedurch entstanden bei Hochwässern bedeutende Rückstauungen. (Fig. 29.)

Das Neufeld lag bereits 1 *m* unter dem Wasserspiegel der Etsch und infolge des Kuferwassers begann die Sumpfbildung von neuem, insbesondere bei der raschen Krümmung bei Siebeneich.

Dies wurde noch dadurch verschlimmert, dass die Entwässerung des Bozener Neufeldes mit Hilfe des bestehenden sogenannten „Landgrabens“ wegen mangelnder Vorflut sich immer schwieriger gestaltete und eine weitere Verlegung der Ausmündung dieses Entwässerungsgrabens, welche schon an dem Zusammenflusse der Etsch mit dem Eisack lag, nicht mehr möglich war.

Um alle diese Uebelstände zu beheben, wurde von *km* $20^1/_2$ bis $22^1/_2$ der sogenannte „Schmidbogener Doppel-Durchstich“, sowie bei *km* 24 bis 25 der „Sigmundskroner Durchstich“ angelegt, die Zwischenstrecke normalisiert, der Staurücken des Eisack in der Etsch mit einem Baggerschiffe ausgebaggert und schliesslich noch das bestehende Separationswerk zwischen

Etsch und Eisack bedeutend nach abwärts verlängert, wodurch sich letzterer bedeutend eintiefte und der Rückstau in die Etsch verringert wurde.

Die zur Entwässerung des Bozener Neufeldes und des „Weiten Mooses“ dienenden Abflussgräben, deren Lage aus der Situationskarte, Tafel 11, zu entnehmen ist, wurden einer durchgreifenden Regulierung unterzogen.

B. Das Normalprofil der Etsch in der I. Section.

1. Ermittlung nach Böhm und Schwind.[1]

Die Herren Böhm und Schwind haben mit Rücksicht auf den grossen Unterschied zwischen Mittel- und Hochwässern im vorhinein ein Doppelprofil ins Auge gefasst. Nach ihrer Annahme führt die Etsch zur Zeit des niedersten Wasserstandes per Secunde eine Wassermenge von 53 m^3 ab, während im Jahre 1868 zur Zeit des Hochwassers 995·4 m^3, also das 18·7-fache abfloss.

Die Herren Böhm und Schwind beabsichtigten daher die Mittelwässer im unteren Theil des Profiles, im sogenannten „Tiefrunst“, zur Abfuhr zu bringen, während für die Aufnahme der Hochwässer entsprechende Vorländer und Dämme angelegt würden.

Die regelmässigste Strecke der Etsch erkannten die Experten oberhalb der Schober-Brücke nächst Siebeneich. Hier nimmt der Fluss seine geringste Breite an, indem er auf 29 bis 35 *m* zusammengedrängt ist. Hier erzeugte er nach Ansicht der genannten Experten Profile, in denen sich weder Ablagerungen, noch Auskolkungen finden und deren auffallende Regelmässigkeit bei einem so wilden und ungeregelten Gebirgsflusse Staunen hervorrufen müsse.

Diese Strecke zeigte sohin alle Eigenschaften, welche man an ein normales Bett stellen kann und da auch die theoretische Untersuchung ein ähnliches Resultat ergab, so haben die Herren Böhm und Schwind ihr Normalprofil aus derselben abgeleitet, indem sie vom Förstlerhof bis zum Eisack eine mittlere Breite von 35 *m*, vom Förstlerhof aufwärts von 30 *m* angenommen haben.

Schwieriger als diese Bestimmung für das Mittelwasser-Profil war diejenige des Hochwasser-Profiles, da sich nirgends hinreichend normale Strecken fanden, aus denen dasselbe unmittelbar entnommen werden konnte, es musste also durch Rechnung aus der abzuführenden Wassermasse und dem Gefälle ermittelt werden.

Auf der ganzen Etsch-Strecke der I. Section fanden die Experten nur drei Strecken vor, die das Hochwasser concentriert passiert, nämlich:

1. Zwischen den Mais-Marlinger Dammbauten,
2. zwischen dem Nalser und dem Vilpianer Schuttkegel, und
3. zwischen den beiden Widerlagern der Sigmundskroner Brücke.

Die Maiser- und Neufelder-Dämme wurden aber vom Hochwasser durchbrochen, es floss daher ausser dem durch die aufgenommenen Profile abgehenden Wasser noch eine unbekannte Wassermenge anderweitig ab, beide hatten also zu der vorgenommenen Bestimmung keine Eignung.

Anders war es bei der unter 2 angeführten Strecke. Hier war das Hochwasser von natürlichen Ufern eingeschlossen, ein anderweitiger Abfluss daher unmöglich. Das allgemeine Thalgefälle, das von dem Flussgefälle wohl zu unterscheiden ist, betrug hier 1 : 800, die mittlere Tiefe des Hochwassers 1·8 *m*, der Querschnitt 420 m^2. Demgemäss berechneten die Herren Böhm und Schwind die Hochwassermasse nach der Eitelwein'schen Formel mit 995·4 m^3 per Secunde.

Unter Annahme einer mittleren Tiefe des Hochwassers von 3·0 *m* wurde die mittlere Breite berechnet, welche das Profil erhalten müsse, damit es die gefundene Wassermasse abführe. Es muss nämlich für die unterste Strecke von Gargazon bis Sigmundskron, wo das Hochwassergefälle nahezu 1 : 1000 ist

$$995 \cdot 4 = B \times 3 \times 50 \sqrt{3 \times \tfrac{1}{1000}}, \text{ woraus } B = 120\, m.$$

Dieses Maass haben die Herren Böhm und Schwind als mittlere Entfernung ihrer Hochwasserdämme vom Förstlerhof bis Sigmundskron angenommen, wobei als selbstverständlich angesehen wurde, dass sich infolge dessen die mittlere Tiefe des Hochwassers in den verschiedenen Strecken den wechselnden Gefällsgrössen entsprechend ändern müsse.

Bezeichnet man das relative Gefälle des Hochwassers mit $\frac{1}{\lambda}$, so muss durch das Profil, dessen mittlere Breite 120 *m* und dessen unbekannte mittlere Tiefe = t ist, in jeder Secunde eine Wassermasse von 995·4 m^3 abgeführt werden, es muss also

$$995 \cdot 4 = 120\, t \times 50 \times \sqrt{t \frac{1}{\lambda}} \text{ und hieraus } t = 0 \cdot 295 \sqrt[3]{\lambda} \text{ sein.}$$

Ueberragt die Dammkrone das Hochwasser um 0·6 *m*, so ergibt sich mit Rücksicht auf die Cunette, wie sie die Experten projectierten, die Höhe der Hochwasserdämme über der Sohle des Hochwasser-Profiles mit

$$h = \frac{1}{5}\, t + 0 \cdot 6\, m.$$

Hiernach berechnen die Experten für die Strecke vom Förstlerhof bis Burgstall eine mittlere Hochwassertiefe von

$$t = 0 \cdot 295 \sqrt[3]{320} = 2 \cdot 02\, m$$

und eine Dammhöhe von

$$h = 2 \cdot 2\, m.$$

Ebenso ist für die Strecke von Burgstall bis zur Gargazoner Brücke;

$$t = 0 \cdot 295 \sqrt[3]{450} = 2 \cdot 26\, m$$

und die Dammhöhe

$$h = 2 \cdot 4\, m.$$

Und für Gargazon-Sigmundskron eine mittlere Wassertiefe von $t = 3\, m$ und eine Dammhöhe von $h = 3 \cdot 0\, m$.

Da oberhalb des Förstlerhofes die bekannten drei Wildbäche Neuffen, Sinnach und Falschauer münden, so ist für diese Strecke das aus dem Vilpianer Profil abgeleitete Hochwasser jedenfalls zu gross. Nach directen Messungen, welche die Herren Böhm und Schwind an den August-Hochwässern 1874 machten, die allerdings nicht zu den höchsten gehörten, immerhin aber bedeutend waren, schätzten die genannten Herren die Hochwässer dieser drei Bäche mit zusammen 100 m^3 per Secunde.

Mit Rücksicht auf das grosse Gefälle und die dadurch bedingte grosse Geschwindigkeit dieser Strecke musste die mittlere Hochwassertiefe möglichst nieder angenommen werden. Nimmt man sie 1·65 *m* an, so ergibt sich die Normalbreite dieser Strecke aus der Relation

$$900 = B \times 1 \cdot 65 \times 50 \sqrt{1 \cdot 65 \tfrac{1}{140}}$$
$$B = 100\, m.$$

Die Höhe der Hochwasserdämme wird dann $= 1 \cdot 95\, m$.

2. Ermittlung des Normalprofiles durch die Commission des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Ueber Ersuchen des Tiroler Landesausschusses wurde seitens des österreichischen Ingenieur- und Architekten-

[1] Technischer Bericht 1874 (Böhm und Schwind).

Vereines eine eigene Commission mit der Aufgabe betraut, das von den Verfassern des Etsch-Regulierungsprojectes für die Strecke Meran—Bozen, den Herren Böhm und Schwind, ermittelte Normalprofil für diese Regulierung zu überprüfen.

Diese Commission schlug das in Tafel 23, Figur 1, dargestellte Querprofil vor und berechnete die durch dasselbe zum Abfluss gelangenden Wassermassen unter Anwendung der Formel von Ganguillet und Kutter in nachstehender Weise.

Dieses Profil besteht aus einem Niederwasserprofil von 40 *m* oberer Breite und 2·4 *m* Tiefe, wobei die Form desselben nicht trapezförmig, sondern behufs Erhaltung des Stromstriches in der Mitte des Flusschlauches, fünfeckig und derart construiert ist, dass in der Mitte des Profiles die grösste Wassertiefe vorherrscht.

Die Gefälle der Etsch wurden in nachstehender Weise erhoben:

1. Am Ausgang des Vintschgaues bis zur Römer-Brücke bei St. Helena eine nahezu horizontale Strecke;
2. von der Römer-Brücke bis zur Forst-Brücke $^1/_{10} = 100\,‰$;
3. von hier bis zum Jendelstadl nächst der Passer-Mündung $^1/_{38} = 26{\cdot}3\,‰$;
4. von dort bis etwa 200 *m* unterhalb der Marlinger Brücke $^1/_{135} = 7{\cdot}4\,‰$;
5. von dort bis zum Neuffer-Bach $^1/_{208} = 4{\cdot}8\,‰$;
6. von da bis ca. 1 *km* oberhalb der Burgstall Brücke $^1/_{335} = 3{\cdot}31\,‰$;
7. von dort bis 600 *m* oberhalb der Gargazoner Brücke $^1/_{468} = 2{\cdot}31\,‰$;
8. von dort bis 2 *km* oberhalb der Vilpianer Brücke $^1/_{1024} = 0{\cdot}97\,‰$;
9. von dort bis unterhalb Terlan $^1/_{1293} = 0{\cdot}77\,‰$;
10. von dort bis zum ersten Staurücken unterhalb Sigmundskron $^1/_{1425} = 0{\cdot}70\,‰$;
11. von diesem Staurücken bis unterhalb der Eisack-Mündung $^1/_{358} = 2{\cdot}8\,‰$.

Das gesammte Gefälle der Etsch von der Passer- bis zur Eisack-Mündung beträgt 60 *m*.

Der Rauhigkeitsgrad *n* wurde zu 0·03 angenommen.

Der untere Theil des Querprofiles *a* hält $18{\cdot}567 \times 1{\cdot}1 =$	$20{\cdot}4237\ m^2$
Das zugehörige Paralleltrapez des Mittelwasserprofiles $38{\cdot}567 \times 1{\cdot}3 =$	$50{\cdot}1371$ „
Das ganze Mittelwasserprofil = ...	$70{\cdot}5608\ m^2$

Die mittlere Geschwindigkeit desselben ist zu 1·4337 *m* per Secunde berechnet, woraus sich die pro Secunde abfliessende Wassermenge mit 101·163 m^3 ergibt. Auf empirischem Wege wurde dieselbe mit 120·000 m^3 per Secunde festgestellt.

Daraus folgt, dass das untere Profil selbst für Mittelwässer nicht hinreicht, sondern dass die Vorländer schon bei diesen bespült werden.

Das Hochwasserprofil ist zusammengesetzt aus demjenigen des Mittelwasserprofiles mit	$70{\cdot}56\ m^2$
und dem durch die mittlere Breite des oberen Paralleltrapezes *c*, $116{\cdot}56 \times 2{\cdot} =$	$302{\cdot}90$ „
im ganzen also . . .	$373{\cdot}64\ m^2$

Die mittlere Geschwindigkeit des Hochwassers wurde zu 2·019 *m* per Secunde berechnet, woraus sich eine Wasserconsumtion von $2{\cdot}019 \times 373{\cdot}46 = 754\ m^3$ per Secunde ergibt.

Nachdem in Wirklichkeit nach Annahme der Experten des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines bloss 670 m^3 Wasser per Secunde abzuführen kämen, so würde dieses Profil mehr als genügend sein. Andererseits muss berücksichtigt werden, dass hiebei das Profil als vollbordig gefüllt in Rechnung gezogen wurde, daher mit Rücksicht auf die hochwasserfreie Lage der Krone dasselbe als nicht zu gross angenommen betrachtet wurde.

Das Mittelwasserprofil der Etsch hat 70·56 m^2, das für Hochwasser 302·9 m^2; sie verhalten sich also wie 1 : 4·275, während ihre Consumtionen der verschiedenen Geschwindigkeiten wegen sich wie 101 : 754 oder wie 1 : 7·45 verhalten.[1]

Das Verhältnis der Wassertiefe zur Sohlenbreite stellt sich im Mittelwasserprofil wie 1 : 20, im Hochwasserprofil wie 1 : 41·9.

Der Gesammtwasserstand über dem Tiefpunkt ist 5·0 *m* und ergibt, auf die Sohle des Mittelwassers bezogen, ein Verhältnis wie 1 : 7·4.

Auf die Sohle des Mittelwasserprofiles concentriert sich daher ein weit grösserer Wasserdruck, was auf die Geschiebebewegung und Zerreibung vom günstigsten Einflusse ist. Das Verhältnis der grössten Wassertiefe zur Spiegelbreite ist im Mittelwasserprofil 1 : 16²/₃, im Hochwasserprofil 1 : 24·8.

Bei der Ausführung wurde das Profil unbedeutend abgeändert, indem das Mittelwasserprofil etwas vergrössert wurde.

Aus den Tafeln 17 und 18 sind die Normalprofile für die wichtigsten Strecken, nämlich für den Marlinger Durchstich, für die Strecke von der alten Ausmündung des Sinig-Baches bis zum Gargazoner Durchstich, weiters für den Gargazoner, Vilpianer, Terlaner und Sigmundskroner Durchstich, sowie für die Normalisierungsbauten zu entnehmen.

C. Das Längenprofil der I. Etsch-Regulierungssection.

Aus dem Längenprofile der I. Section, Tafel 16, sind die Strecken zu ersehen, in welchen Normalisierungen und Durchstiche vorgenommen worden sind.

In diesem Profile ist der Niederwasserstand vom Jahre 1880, also vor Beginn der Regulierungsarbeiten, sowie derjenige vom Jahre 1888, also nach Beendigung der Regulierungsarbeiten eingezeichnet.

Der Vergleich dieser beiden Wasserstände ergibt, dass sich seit Ausführung der Regulierung eine schöne Ausgleichung der früher so wechselnden Gefälle, theils durch Vertiefung, theils auch durch Aufhöhung vollzogen hat. Insbesondere erscheinen die früher vorhanden gewesenen localen, durch die Wildbäche verursachten Staurücken in der Etsch abgetrieben, so dass die Gefällslinie eine sehr regelmässige, sich allmählich verflachende Curve bildet.

Vorausgesetzt, dass die in die Etsch einmündenden Wildbäche verbaut und daher in Hinkunft keine abnormen Geschiebemassen in die Etsch gelangen werden, darf dieser Zustand der Flussohle wohl schon annäherungsweise als ein Ausgleichszustand angesehen werden.

Es dürfte auf den ersten Blick auffällig erscheinen, dass die Gesammteintiefung des Flusschlauches keine besonders bedeutende ist, indem der hergestellte Gefällsausgleich nicht lediglich durch Eintiefung, sondern auch durch stellenweise Aufhöhung erfolgt ist.

Diese Beobachtung ist allerdings richtig, darf aber keineswegs als ein Vorwurf gegen das Project aufgefasst werden, indem ja das Etsch-Regulierungsproject in dieser Section, wie wir aus der Beschreibung der früher bestehenden Uebelstände gesehen haben, hauptsächlich die Behebung der localen Staurücken anstrebte, diese aber vollkommen erreicht worden ist.

Durchstiche wurden in dieser Section überhaupt nur dort angewendet, wo sie unbedingt nothwendig waren, um gefährliche Krümmungen, in welchen Dammanlagen wegen des An-

[1] Diese vergleichende Untersuchung ist aus Dr. Fr. W. Dünkelberg: „Encyclopädie und Methodologie der Culturtechnik", Braunschweig 1883, entnommen.

pralles der Hochwässer gegen Durchbrüche nur schwer hätten gesichert werden können, abzubauen.

Durch Erzielung fliessender Linien, in welchen dem Hochwasser keine gefährlichen Angriffspunkte geboten werden, wurde die Sicherung vor Ueberschwemmungen angestrebt und auch thatsächlich vollständig erreicht, indem die seitherigen gewaltigen Hochwässer der Jahre 1885, 1888 und 1889 ohne besonderem Schaden des Etsch-Thales im regulierten Bette abgeflossen sind.

Bezüglich des Hochwassers vom Jahre 1885 erscheint dies auch im Berichte des Inundations-Ausschusses über den Gesetzentwurf, betreffend die Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco in anerkennender Weise hervorgehoben.[1]

Dass die Eintiefung des Flusschlauches grösser gewesen wäre, wenn man mehr Durchstiche im unteren Flusstheile und weniger in dem ein grösseres Gefälle besitzenden oberen Flusstheile ausgeführt hätte, ist zweifellos richtig, doch muss dem entgegen bemerkt werden, dass ja im unteren, fast gerade gestreckten Flusslauf zur Anlage weiterer Durchstiche gewiss keine Veranlassung vorhanden war, ja eine wesentliche Abkürzung des Flusslaufes eben mit Rücksicht auf seinen gestreckten Lauf gar nicht zu erreichen war. Was aber die im Oberlauf ausgeführten Durchstiche, beispielsweise den Marlinger Durchstich anbelangt, so war dieser mit Rücksicht auf die Zersplitterung des Flusses in zahlreiche Arme und die vollständige Verwilderung desselben unter allen Umständen unerlässlich und erreichte schon als Concentrierungsbau vollkommen den Zweck, die beklagten Uebelstände zu sanieren.

Wenn übrigens auch die Eintiefung des Flusschlauches keine besonders tiefe ist, so muss bedacht werden, dass in dem Falle als die Regulierung nicht ausgeführt worden wäre, sämmtliche früher bestandene Staurücken ja noch erhöht und hiedurch die fortschreitende Versumpfung des Etsch-Thales noch befördert worden wäre, während jetzt die Uebelstände nicht nur nicht zugenommen, sondern so wesentlich abgenommen haben, dass ganze Thalstrecken einer höheren landwirtschaftlichen Cultur zugeführt werden konnten.

Schliesslich muss noch erwähnt werden, dass ja die Wildbachverbauung allerwärts in Südtirol erst im Beginn begriffen ist und in dem Momente, dass ein Effect derselben zu verspüren sein wird, dass nämlich die Geschiebebildung verzögert wird, auch eine Eintiefung der Etsch erwartet werden kann.

Als ein grosser Erfolg der Etsch-Regulierung in dieser Section muss es bezeichnet werden, dass der Fluss trotz unverminderter Geschiebezufuhr aus den Seitenthälern, ohne Inanspruchnahme eigentlicher Wildbachverbauungen, lediglich mit Regulierungen und Schaffung von Ablagerungsplätzen, imstande war sich ein allmählich sich verflachendes regelmässiges Längenprofil auszubilden, welches die wesentlichen Kennzeichen eines Ausgleichsprofiles an sich trägt.

D. Die Herstellung der Uferbauten.

In den Durchstichen ist die Form des Doppelprofiles angewendet worden. Das Mittelwasserprofil ist durch Steinverkleidung, welchem ein Steinvorgrund vorliegt, gesichert und hat eine durchschnittliche Breite von 40 *m*. Die Berme von dem Rande des Mittelwasserprofiles bis zum Fusse des Hochwasserdammes ist 3 bis 4 *m* breit und sowie die Böschung des Hochwasserdammes berast.

Mit Rücksicht auf die schmale Berme ist die Expansion allerdings keine bedeutend grössere, als bei einem einfachen Profil, immerhin bildet aber diese Berme eine wesentliche Verstärkung des Querprofiles, durch welche die Strömung von der Böschung abgeleitet wird.

Die Concentrierungsbauten bestehen aus Steinsätzen, welchen ebenfalls ein Steinvorgrund vorgelegt ist. Die Lage des Flussschlauches zur Thalsohle ist aus Tafel 17 zu entnehmen. In Tafel 18 sind die Querprofile der ausgeführten Strecken dargestellt, woraus die näheren Details beurtheilt werden können.

E. Die Baukosten.

Die Kosten der Etsch-Regulierung in I. der Section betragen nach dem Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24 1,650.000 fl.
Die Ergänzung der Regulierung nach dem Gesetze vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, kostet 611.200 „
daher sich die Gesammtkosten auf 2,261.200 fl.
stellen.

Zu diesen Baukosten trägt der Staatsschatz 1,333.550 fl.
die Wassergenossenschaft der I. Section . . 452.240 „
bei, während der Rest von 475.410 fl.
hauptsächlich vom Lande und der Bozen-Meraner Bahn nach Maassgabe des §. 3 des Gesetzes vom 23. April 1879 getragen wird. Hiernach hat die Bozen-Meraner Bahn einen vereinbarten Entgelt für den ihr käuflich überlassenen linksseitigen Hochwasserdamm in der Höhe von 50% der thatsächlich erlaufenen Baukosten dieses Hochwasserdammes geleistet.

46. Capitel.

Das Etsch-Regulierungsproject in der Strecke von der Eisack-Mündung bis Gmund (Section I/a).

A. Die Regulierungs-Trace.

Der Verlauf des Flusses geschieht in dieser Section in fliessenden Curven mit grossen Krümmungsradien, ohne dass durch scharfe Biegungen und Ecken dem Hochwasser in dem Maasse Angriffspunkte geboten würden, dass hieraus die Nothwendigkeit einer Verlegung des Flussbettes hervorgehen würde.

Die ganze Strecke ist grösstentheils mit altbestehenden Dämmen eingefasst, welche zwar wegen ihrer streckenweise ungünstigen Richtung und der ungleichen Entfernungen von einander und den Uferlinien den Ablauf der Hochwässer wohl ungünstig beeinflussen, jedoch schon mit Rücksicht auf die enormen Kosten der Versetzung dieser Dämme an ihren bisherigen Standplätzen belassen worden sind. Es handelt sich daher in der vorliegenden Section hauptsächlich um die Verstärkung und Erhöhung der bestehenden alten Dämme, während neue Dämme nur zum geringeren Theile hergestellt werden sollen.

B. Das Normalprofil.

Nach dem Regulierungsprojecte dieser Section sollen die gewöhnlichen Sommerhochwässer zwischen Leitwerken gefasst, die Hochwasserdämme auf die aus den Erfahrungen der Jahre 1882 und 1885 hervorgegangenen Höhen gebracht und die Vorgründe zwischen den Normalisierungsbauten und den Hochwasserdämmen mittelst Traversen verbaut und zur Auflandung gebracht werden. Dort, wo die Regulierungsbauten für Sommerhochwässer die Uferbauten nahezu oder ganz treffen, sind die letzteren angemessen in Verbindung gebracht. Bezüglich der Normalbreite, welche für das Niederwasser mit 54 *m* festgesetzt und nur dort vermehrt ist, wo die Regulierungslinien die bestehenden Uferbauten ganz oder nahezu treffen,

[1] Dr. Ritter v. Graf: Beilage 76 zu den stenographischen Berichten des Tiroler Landtages, III. Session, VI. Periode 1885/86.

wurde bestimmt, dass bei der Bau-Ausführung die ungleichen Breiten möglichst vermittelt ineinander überführt werden.

Die Normalprofile sind aus Tafel 18 zu entnehmen.

Die Krone der Leitwerke wird 1·6 bis 2·0 *m* über Niederwasser mit einer Breite von 1·5 bis 2·0 *m* angelegt, die Wasserseite im Verhältnis von 2 : 3 geböscht, die Rückseite aber bis zum Niederwasser senkrecht hergestellt und der untere Theil unter 1 : 1 geböscht.

Was die abzuführende Wassermenge anbelangt, so wurde in der I. Section eine Hochwassermenge von ca. 700 m^3 per Secunde constatiert; von der Einmündung des Eisack wird diese Wassermenge beinahe verdoppelt und wurde in der Section I/a und II für das Hochwasser 1885 nach dem Naturprofile mit 1373 m^3 per Secunde festgestellt.

Um diese Consumtion zu erreichen müssen die meisten Dämme, welche wegen zu geringer Höhe im Jahre 1885 überströmt und an vielen Stellen durchbrochen wurden, entsprechend gehoben werden.

Die Bau-Ausführung ist aus den Ausführungsprofilen Tafel 18. zu entnehmen.

C. Das Längenprofil.

Aus dem Uebersichtslängen-Profile, Tafel 15, ist zu entnehmen, dass die Dammkronen eine ungenügende Höhe hatten, so dass das Hochwasser vom Jahre 1885 diejenige Höhe erreichte und stellenweise überschritt, welche nach dem Projecte den zu erhöhenden Dämmen gegeben werden sollte. Mit Rücksicht auf diese Erfahrung des Jahres 1885 wurden die Kronen neuerdings gehoben.

In dieser Strecke ist eine allgemeine Eintiefung der Flusssohle, welche dem linksufrigen Thalgrunde gegenüber unverhältnismässig hoch liegt, erforderlich. Die Lage der Flussohle gegenüber dem Etsch-Thale ist aus den Thalprofilen, Tafel 19, zu entnehmen.

Die Erhöhung der Flussohle ist durch die grosse Ueberbreite des Flusses verursacht.

Die Gefällsverhältnisse und Wasserstände sind aus Tafel 15 zu entnehmen.

D. Das Bauprogramm.

Im allgemeinen ist nur eine Normalisierung der Flussstrecke projectiert, wovon jedoch an einzelnen Stellen Ausnahmen vorkommen. So wird von *km* 28·75 bis 29·08 das Leitwerk weggelassen, um für die Deponierung des Geschiebes aus dem Eisack einen geräumigeren Deponierungsplatz zu erhalten. Ebenso soll das rechtsseitige Ufer in der Strecke von 29·85 bis 31·65 (beim Fritzihof) zur Ablagerung der Geschiebe freigehalten werden, daher die Ausführung des früher projectierten Hochwasserdammes entfällt, wogegen aber die Anlage des Leitwerkes entlang diesem Ufer in der Höhe der linksseitigen Steinbauten nach dem Normalprofile ausgeführt wird.

Einen wesentlichen Theil des Regulierungs-Projectes in dieser Strecke bildet die Reconstruction der Gmunder Eisenbahnbrücke, wobei sämmtliche Mittelpfeiler und Gewölbe im Interesse der Etsch-Regulierung beseitigt und die Landpfeiler entsprechend erbreitert und für die Aufnahme von zwei Eisen-Constructionen geeignet gemacht worden sind. (Fig. 30.)

Ausserdem ist eine umfassende Regulierung der Abzugsgräben projectiert

E. Die Baukosten.

Diese betragen auf Grund des Gesetzes vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, im ganzen 1,453.000 fl., wozu der Staatsschatz 857.088 fl., die Etsch-Genossenschaft dieser Section 87.198 fl. und das Land Tirol und die Südbahn-Gesellschaft den Rest nach Maassgabe der speciellen gesetzlichen Bestimmungen beiträgt.

47. Capitel.

Das Etsch-Regulierungsproject für die Strecke von der Eisenbahnbrücke in Gmund bis zu derjenigen von St. Michele (II. Section).

A. Die Regulierungs-Trace.

Wie schon früher wiederholt erwähnt worden ist, wurden in dieser Strecke in früheren Jahren mehrere Durchstiche ausgeführt, so der Viller-, Neumarkter-, Laager-, Kurtiniger- und der Masetto-Durchstich. Die nach dem Gesetze vom Jahre 1879 zur Ausführung gelangte Flusstrace musste sich selbstverständlich in den betreffenden Strecken auf- und abwärts an die alten Durchstiche entsprechend anschliessen.

Dieser Uebelstand besteht auch bei den Hochwässerdämmen, indem diese wegen ihrer streckenweise ungünstigen Richtung und der ungleichen Entfernungen von einander und den Uferlinien den gleichmässigen Ablauf der Hochwasser hemmen. Da jedoch die Verlegung sämmtlicher altbestehenden Dämme mit ganz unerschwinglichen Kosten verbunden gewesen wäre, so musste gleichwohl die Einbeziehung die Belassung dieser Dämme unter thunlichster Reconstruction stattfinden, wobei selbstverständlich darauf Bedacht genommen wurde, dieselben entsprechend zu erhöhen und zu verstärken. Zur Vermeidung von Durchsickerungen und Vermehrung der Standfestigkeit wurden bei alten und neuen Dämmen, welche über das Terrain über 3 *m* hoch emporragen, Bermen an der Landseite angeordnet.

Zwischen den Dämmen wurde die Normalisierung des Flusses durchgeführt.

Ausser dieser erstreckt sich die Regulierung in dieser Section auf theilweise Herstellung neuer Dämme, Herstellung des Auerer, Mitterlinger, St. Florianer, Salurner und Porzengraben Durchstiches, auf die Reconstruction der Eisenbahnbrücke von St. Michele und die Herstellung beziehungsweise Reconstruction der Binnen-Entwässerungsgräben.

Die Kosten der Avisio-Regulierung, welche sowohl der II., als der III. Section zu gleichem Nutzen gereichen, wurden auch beiden Sectionen zu gleichen Theilen auferlegt.

Verfolgen wir den Regulierungsplan der II. Section, (Tafel 12 und 13), so ergeben sich vom oberen Endpunkte dieser Section, bei der Eisenbahnbrücke von Gmund beginnend, nachstehende Ausführungen:

1. Die Herstellung des Auerer Durchstiches von *km* 0 bis *km* 2·5. Diese Trace ist beiläufig diejenige, welche schon von Oberbaurath v. Kink empfohlen wurde, während der nach dem Sohm'schen Project und auch von Kink beantragte weitere Durchstich bis zur Einmündung des Viller-Baches (der „Traminer Durchstich") unterblieben ist.

2. Vom Ende des Auerer Durchstiches bis zum Viller-Bache *km* 2·5 bis 4·1 wurde eine Normalisierung ausgeführt. In dieser Strecke wurde der linksseitige Hochwasserdamm auf 350 *m* Länge an Stelle der Reichsstrasse angelegt, daher diese Strasse so hoch angedämmt wurde, dass die Fahrbahn über den Hochwasserstand zu liegen kam. Die Kosten dieser Herstellung wurden zur Hälfte von der Etsch-Regulierung und zur Hälfte vom Strassenärar getragen. Vom Ende der erhöhten Strasse wurde der Etsch-Damm parallel mit dem Etsch-Ufer geführt. Für den Abzugsgraben aus dem tiefgelegenen Terrain oberhalb des Viller Schuttkegels wurde im Hochwasserdamm eine Schleusse angebracht.

3. Von *km* 4·1 bis 5·06 wurde die Regulierung von der Villerbach-Mündung bis zur Neumarkter Brücke fortgesetzt.

4. Von *km* 5·06 bis 6·2 wurden Traversen hergestellt, worauf bis *km* 9 ein neuer Durchstich, der Mitterling-Durchstich und an diesen anschliessend

5. Der St. Florianer Durchstich von *km* 8·3 bis 10·4 ausgeführt wurde, indem hier die raschen Wendungen des Flusses die Reichsstrasse und die Eisenbahn gefährdeten.

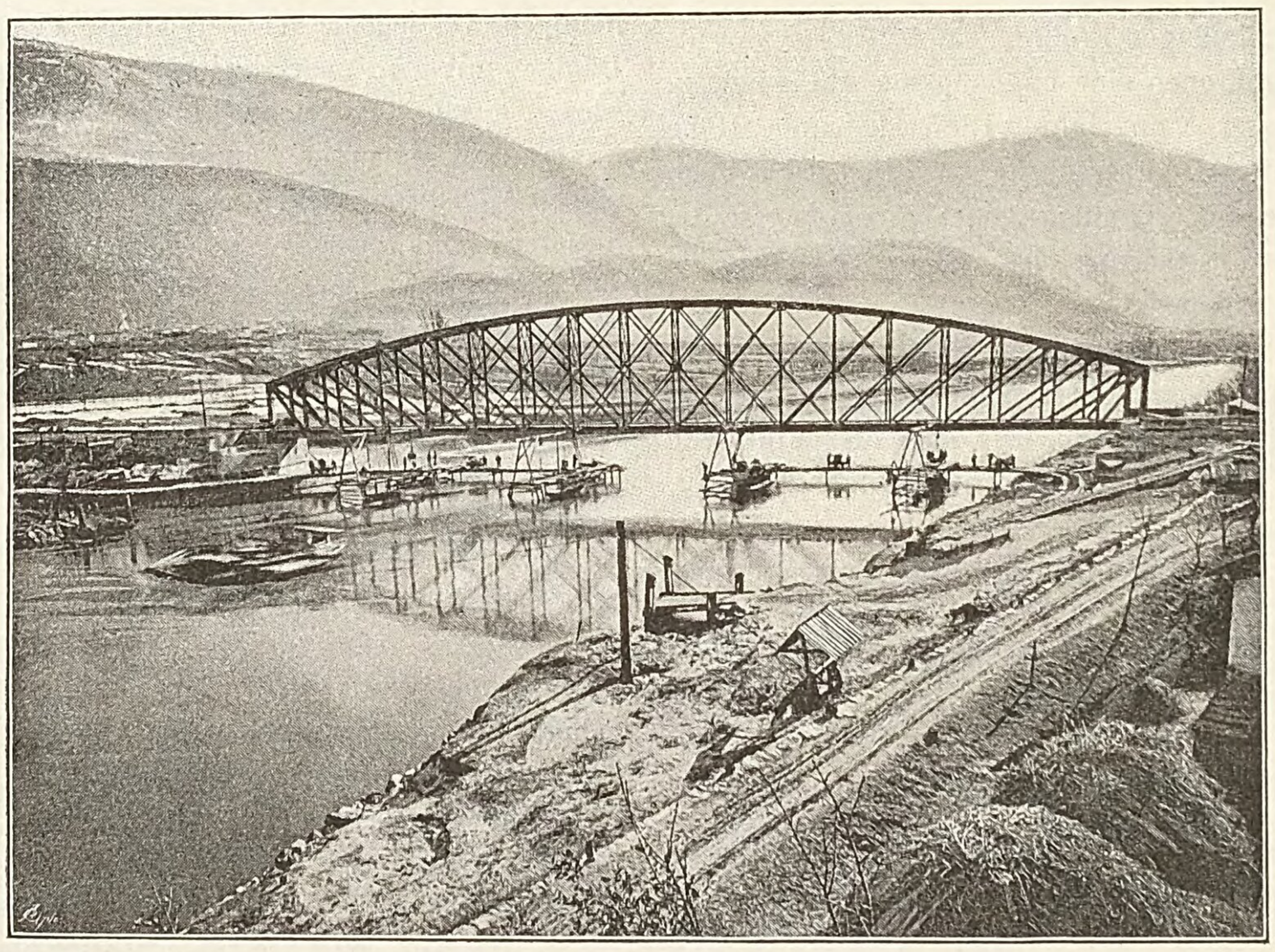
6. Von *km* 10·4 bis 11·3 wurde die Regulierung bis zum Laager Durchstiche fortgesetzt.

7. Die sämmtlichen alten rechts- und linksseitigen Dämme im Etsch-Bett längs des Mitterlinger und Florianer Durchstiches wurden erhöht.

8. Von *km* 11·3 bis 12·2 wurde die Regulierung zwischen dem Laager und Kurtiniger Durchstiche ausgeführt, wobei der linksufrige Damm bei *km* 10·2 bis 10·4 zum Zwecke des Schutzes gegen Ueberflutung der tiefen Gründe bei Laag bis an den Bergfuss verlängert wurde.

9. Desgleichen wurde die Regulierung zwischen dem Kurtiniger und Salurner Durchstiche von *km* 12·2 bis 14·2 fortgesetzt, wobei der altbestehende rechtsseitige Hochwasserdamm zwischen dem Ende des Kurtiniger und dem Beginne des Salurner Durchstiches aus ökonomischen Gründen beibehalten und demgemäss angemessen verstärkt und erhöht worden ist, zumal die Anlage eines neuen Dammes im Bereiche der frischen Anlandung nicht die gehörige Festigkeit im Untergrunde darbieten würde.

Fig. 30.



Die Eisenbahnbrücke über die Etsch bei Gmund im Baue.

10. Bei *km* 14·2 bis 16·9 wurde die Flusskrümmung der Etsch, durch welche der Ort Salurn, die Reichsstrasse und die Eisenbahn wiederholt arg beschädigt worden, sind durch den „Salurner Durchstich" abgeschnitten, wobei vom Orte zum Bahnhofe Salurn eine neue Brücke hergestellt werden musste.

11. Von da ab bis zur ehemaligen Grenze zwischen dem Bozener und Trienter Kreise wurde die Flusstrecke normalisiert.

12. Von *km* 18·5 bis 19·5 wurde ein Halburchstich am linken Ufer ausgeführt.

13. Die weitere Strecke bis zum alten Masetto-Durchstiche wurde normalisiert.

14. Im Masetto-Durchstiche *km* 22·5 bis 23·9 wurde die Herstellung eines geräumigen Hochwasserprofiles geschaffen, da derselbe zu eng war.

15. Vom Ende des Masetto-Durchstiches bis zur Michaeler Eisenbahnbrücke *km* 23·9 bis 24·8 wurde die Strecke normalisiert und im rechtsseitigen Hochwasserdamm oberhalb der Michaeler Strassenbrücke eine Doppelschleusse angelegt.

16. In der ganzen Section wurden umfassende Baggerungen, sowie Erhöhungen der Hochwasserdämme ausgeführt.

17. Die Eisenbahnbrücke bei St. Michele wurde in gleicher Weise wie diejenige bei Gmund reconstruiert, wobei der Mittelpfeiler zur Ermöglichung einer Eintiefung der Flussohle auf die entsprechende Tiefe weggeräumt wurde.

18. Schliesslich wurden die Binnen-Etwässerungsgräben reguliert. Am rechten Etsch-Ufer ist diesbezüglich von Wichtigkeit der Abzugsgraben aus dem Kalterer See, der sogenannte Kalterer Abzugsgraben. Die Regulierung des Kalterer Grabens, wie auch des kleinen Grabens geschah in der Weise, dass die gegenwärtige Richtung und die Mündungsstelle des Hauptgrabens in die Etsch in der Hauptsache beibehalten und nur eine Strecke an der Fennerbach-Mündung bei Margreid zur Erzielung eines Ablagerungsplatzes für den letzteren verlegt und das Bett des Hauptgrabens bei der oberen Bahnbrücke *km* 237·7 vor und rückwärts zur Herbeiführung eines ungehinderten Abflusses reguliert wurde.

Die Sohlenweite des Hauptgrabens von der Mündungsstelle an der Etsch bis aufwärts zur Bahnbrücke *km* 237·7 wurde auf 8 *m* vermehrt und von dort bis 155 *m* vor der Strassenbrücke nächst dem See je nach den verschiedenen Zuflüssen allmählich auf eine Breite von 4 *m* fallend, gebracht.

Der Hauptgraben wurde auf eine Länge von 2·6 *km* von seiner dermaligen Ausmündung in die Etsch beiderseits aufwärts beiderseits auf 3 *m* senkrechte Höhe mit einer einfüssig geböschten Pflasterung, sodann beiderseits mit 1 *m* breiten Bermen und je nach der Höhe des anliegenden Bodens mit Hochwasserdämmen versehen, damit das rückgestaute Hochwasser nicht übertrete.

Sämmtliche Seitenwände des Canales sind dort, wo keine Pflasterung hergestellt wurde, anderthalbfüssig geböscht. Am kleinen Abzugsgraben sind nur Sohlenvertiefungen beantragt.

An der Einmündungsstelle des Hauptgrabens in den Etsch-Fluss wurde ein Separationswerk hergestellt.

Am linken Etsch-Ufer wurden die nachstehenden Abzugsgräben in das Regulierungsprogramm einbezogen:

Der Neumarkter Hauptgraben, der Neumarkter Reifnergraben, der Salurner Porzengraben (neue Hauptstrecke), der Porzengraben (alte Strecke vom Dorfe bis Galgenbichel), der Salurner Luterotti-Graben, der Laager Moosgraben, der Laager Feldgraben und die Fossa maestra im Gebiete von St. Michele bis zur Bahnbrücke.

Die Kosten der Abzugsgräben dieser Section betragen 219.000 fl.

B. Die Querprofile.

Für die neuen Durchstiche und Normalisierungsbauten ist eine Weite von 54 *m* im Niederwasser bestimmt worden.

Die Durchflussprofile sind auch für die grössten Hochwässer, welche gegen 1300 m^3 per Secunde betragen ausreichend, wie aus Tabelle 19 und 20 zu entnehmen ist.

Die Construction des Querprofiles ist, je nach den vorgefundenen alten Bauten eine verschiedene, doch besteht sie immer aus steinernen Leitwerken zu beiden Seiten, welche durch steinerne Traversen mit den Hochwasserdämmen verbunden sind, wie wir dies in den früheren Sectionen bereits gesehen haben.

Die Thalquerprofile, Normalprofile, sowie die charakteristischen Ausführungsprofile sind aus Tafel 19 bis 21 zu entnehmen.

C. Das Längenprofil.

Wie aus Tafel 15 zu entnehmen ist, wies das Längenprofil dieser Section seinerzeit grosse Störungen auf.

Durch die erst jetzt der Beendigung entgegengehende Regulierung ist eine sehr günstige Ausbildung der Gefälls-Curve bereits eingetreten.

D. Die Baukosten.

Die Baukosten nach den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25 und vom 9. März 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, betragen	1,681.000 fl.
und diejenigen für die Ergänzung nach dem Gesetze vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41	715.100 fl.
somit im ganzen	2,396.100 fl.

Der Staatsschatz leistet hiezu einen Beitrag von 1,413.107 fl., die Regulierungs-Genossenschaft der II. Section 479.220 fl., während der Rest, soweit er durch den Erlös der verkauften Gründe etc. nicht gedeckt ist, durch das Land Tirol und die nicht der Genossenschaft angehörigen Interessenten, darunter in erster Reihe die k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft, getragen wird.

48. Capitel.

Das Etsch-Regulierungsproject für die Strecke von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis zur Leno-Mündung bei Sacco (Section III).

A. Die Regulierungs-Trace.

Schon vor dem Inslebentreten des Etsch-Regulierungsgesetzes vom 23. April 1879 wurde in den vierziger und fünfziger Jahren in dieser Section unmittelbar oberhalb und sodann unterhalb Trient eine Reihe von Durchstichen ausgeführt, von denen bereits die Rede gewesen ist; es sind dies die Durchstiche von Centa und Briamasco bei Trient, der Virginia-Durchstich unterhalb Trient bei der Einmündung des Fersina-Baches, sowie weiter unten die Durchstiche von Lidorno, Ischia Perotti und von Nomi.

Da der grösste Theil der Dämme an diesen Durchstichen aus ökonomischen Rücksichten nicht aufgegeben oder ganz verlegt werden kann, so tritt hier derselbe ungünstige Umstand ein, wie in den oberen Sectionen, indem auch hier die mitunter ungeregelte Richtung und die ungleiche Entfernung der beiderseitigen Dämme von einander und den Uferlinien den ungehinderten Ablauf der Hochwässer beeinträchtigen. Gleichwohl wurde im ganzen eine zufriedenstellende Trace für die regulierte Etsch bewirkt.

Diese Flusstrecke zerfällt in 20 Baulose, nach welchen wir an Hand der Situationskarte, Tafel 14, den Verlauf der regulierten Trace verfolgen wollen.

I. und II. Baulos.

Es muss vorangeschickt werden, dass bezüglich der Regulierung im I. Baulose, das ist in der Strecke von der Eisenbahnbrücke von St. Michele bis zur Einmündung des Noce-Wildbaches in die Etsch, in früheren Projectierungsstadien Zweifel darüber vorhanden waren, ob diese Strecke mittelst eines Durchstiches oder mittelst Normalisierung des gegenwärtigen Flusslaufes, oder aber mittelst einer Combination von Durchstichen und Normalisierungsstrecken reguliert werden soll.

Insbesondere wurden seitens der Bauleitung zwischen den genannten Endpunkten des I. Bauloses in der Reihenfolge nach ihrer Lage von der rechten nach der linken Thalseite, vier Projectsvarianten ausgearbeitet, und zwar:

1. Ein Durchstich von 6·300 *km* Länge im Kostenbetrage von 620.000 fl.;

2. ein Durchstich von 4·600 *km* und einschliesslich der Normalisierung im alten Flussbette von 6·120 *km* Länge im Kostenbetrage von 603.000 fl.;

3. ein Durchstich von 6·060 *km* Länge im Kostenbetrage von 590.000 fl.;

4. die Normalisierung des alten Flussbettes in der Gesammtlänge von 6·650 *km* im Kostenaufwande von 620.000 fl.

Die beiläufige Hauptrichtung dieser Durchstichsprojecte ist in der Situationskarte, Tafel 13, in punktierter Linie angedeutet.

Gegen die Ausführung der erstgenannten drei Durchstiche sprach sich schon der eidgenössische Ober-Bau-Inspector Herr Adolf v. Salis in seinem über die Etsch-Regulierung abgegebenen Gutachten vom Jahre 1886 aus und empfahl aus gewichtigen technischen Gründen die Normalisierung des bestehenden Flusslaufes in der genannten Strecke.

Dieser Anschauung hat auch die mit der Ueberprüfung des Etsch-Regulierungsprojectes betraute technische Revisions-Commission sich vollkommen angeschlossen und insbesondere hervorgehoben, dass der Durchstich von Nave—St. Rocco, dessen Kosten auf 603.000 fl. veranschlagt waren, sich voraussichtlich um diesen Betrag nicht ausführen lassen werde, weil gemäss den aufgestellten Profilsberechnungen das Abflussprofil für aussergewöhnliche Hochwässer erweitert werden müsse, daher auch die Kosten der Ausführung und insbesondere der Grundablösung wachsen werden; auch müsste das Material für die beiderseitigen Hochwasserdämme aus dem Noce, mithin aus einer bedeutenden Entfernung zugeführt werden, welcher Umstand die Kosten ebenfalls erheblich steigern würde.

Auf Grund der vorgenommenen Berechnungen nahm die Revisions-Commission an, dass die Kosten des Durchstiches mindestens 950.000 fl. betragen würden; und da durch die Herstellung desselben im Vergleiche mit dem gegenwärtigen Laufe der Etsch eine Verkürzung von nur 530 *m* erzielt würde, indem der neue Lauf eine Länge von 6·120 *km* erhalten sollte, während der gegenwärtige 6·650 *km* misst, so stelle sich auch vom technischen Standpunkte die Ausführung dieses Durchstiches umsoweniger als nützlich und nothwendig dar, als die Entwässerung des Hinterlandes auch ohne diesen Durchstich in ausreichender Weise bewerkstelligt werden könne.

Die Revisions-Commission beantragte daher, dass der gegenwärtige Flusslauf nach einer geregelten Richtung mittelst Leitwerken und Traversen normalisiert, die mangelnden Hochwasserdämme neu hergestellt und die bereits bestehenden bedarfsmässig vervollständigt würden.

Dieser Anschauung hat sich auch der Verfasser, welcher im Jahre 1887 im Auftrage des hohen k. k. Ackerbau-Ministeriums die Etsch bereiste und sein Gutachten auf Grund dieser Bereisung erstattet hat, angeschlossen und dabei hervorgehoben, dass der Durchstich von Nave—St. Rocco nicht als

Durchstich in gewöhnlichem Sinne aufgefasst werden könne und nicht diejenigen Vortheile zu bieten vermag, wegen deren Erzielung Durchstiche überhaupt angelegt werden.

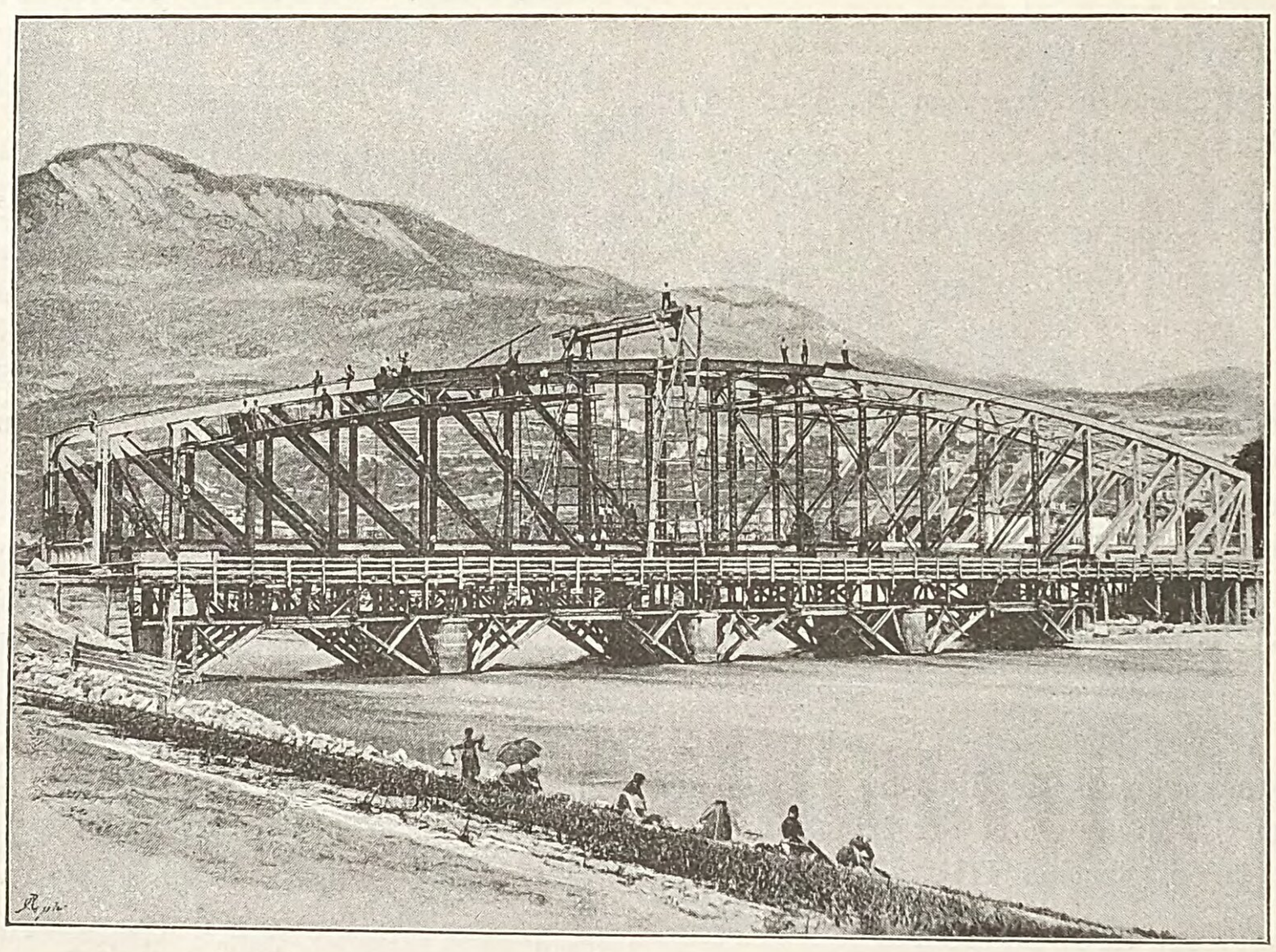
Durch diese Anlage würde weder eine nennenswerte Verkürzung des Flusslaufes, noch eine Gefällsvermehrung oder eine, zweckmässigere und grössere Sicherheit gewährende Flussrinne geschaffen werden, weil die Sohle des neuen Durchstiches wegen der Höhenlage der beiden Endpunkte derselben nahezu in das Niveau des Terrains zu liegen käme, so dass das neue Etsch-Bett vollkommen aufgedämmt hergestellt werden müsste.

Hiedurch würde sowohl die Versumpfung ausgedehnter Liegenschaften befördert, als auch ein gefahrdrohender Zustand geschaffen, welcher sich nach Maassgabe weiterer, immerhin möglicher Hebungen der Sohle stetig verschlimmern und zu unabsehbaren Schadenersatzforderungen und anderen Complicationen führen müsste.

Nach dem vorliegenden Projecte, dessen Trace aus Tafel 13 zu ersehen ist, endet die Anlage der Leitwerke und Hochwasserdämme bei *km* 8, so dass unmittelbar an der Avisio-Mündung keine Regulierungswerke vorhanden sind.

Unterhalb der Noce-Mündung ist ein Durchstich im Bogen ausgeführt, wobei das Altbett der Etsch den Geschieben des Noce überlassen bleibt. Wenn auch hiedurch eine kleine Abwärtsverlegung der Mündung dieses Baches bewirkt wird, so ist der Nutzen des Ablagerungsplatzes immerhin ein zu grosser, um übersehen werden zu können. Ueber die Ableitung des Noce wurde bereits an einer anderen Stelle gesprochen, daher sich einfach darauf berufen werden kann.

Fig. 31.



St. Lorenzo-Brücke in Trient.

Das III. Baulos.

Dieses Baulos enthält die Avisio-Mündung, den Durchstich bei Ischia Wolkenstein und die Verstärkung der Rosta Tonnera.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, wird der Avisio ohne einem eigentlichen regulierten Gerinne in die Etsch eingeleitet, so dass lediglich die bereits bestehenden trichterförmig auseinandergehenden Dammanlagen bis zum Eisenbahndamm verlängert werden.

Unterhalb des letzteren fliesst der Avisio durch die Oeffnungen des Viaductes „ai Vodi" hindurch frei in die Etsch, so dass die Nieder- und Mittelwässer in dieselbe und sodann in den bei *km* $9^1/_2$ bis 12 ausgeführten Durchstich durch die „Ischia Wolkenstein" gelangen.

Das Altbett an dieser Stelle ist abgeschlossen, während sich der linksufrige Avisio-Damm unterhalb des Vodi-Viaductes in ein überströmbares Sperrwerk verlängert, so dass die Hochwässer des Avisio in das Altbett der Etsch und auf die Ischia Wolkenstein gelangen werden, wo sie ihre Geschiebe ablagern werden.

Da bekanntlich auf die Ausbildung der Sohlencurve geschiebeführender Wildbäche nicht so sehr Hochwässer, als vielmehr die am längsten andauernden, also die Nieder- und Mittelwässer Einfluss nehmen, so wird hiedurch die Einmündung des Avisio nicht verlängert, daher auch die Sohle nicht erhöht werden; gleichzeitig aber kommt dem Avisio der Vortheil eines ausgiebigen Ablagerungsbeckens für seine Geschiebe zugute.

Bezüglich der Nothwendigkeit des Durchstiches bei Ischia Wolkenstein hat sich Herr Ober-Bau-Inspector v. Salis gegen dieselbe ausgesprochen, weil nach seiner Ansicht durch Ausführung desselben nur eine unwesentliche Verkürzung des Flusslaufes erzielt werde.

Der Verfasser ist jedoch in seinem schon erwähnten Gutachten dieser Anschauung des Herrn v. Salis entgegengetreten, da es sich hier nicht so sehr um die Absicht einer Flussverkürzung als darum handelt, den notorischen Gefahren des Wasserangriffes an der raschen Biegung bei der Rosta Tonnera, durch deren Bruch die Stadt Trient wiederholt aufs äusserste bedroht wurde, wirksam zu begegnen, und weil die Erfahrung seit vielen Decennien gelehrt hat, dass bei grossen Hochwässern an dieser fehlerhaften Biegung sich eine so gewaltige Kolkung entwickelt, dass ihr selbst die stärksten Constructionen nicht mit Sicherheit zu widerstehen vermögen.

Das IV. Baulos.

Innerhalb dieser Strecke, vom Wolkenstein-Durchstich bis zum Centa-Durchstich, ist die Normalisierung in der ganzen Länge durchgeführt. Die Hochwasserdämme sind auf beiden Seiten, mit Ausnahme einer 600 *m* langen Strecke von der Losgrenze abwärts, wo ein Damm wegen der felsigen Beschaffenheit des Ufers nicht erforderlich ist, ausgeführt.

Das V. Baulos.

Dieses begreift den Centa- und Briamasco-Durchstich in sich.

Diese Durchstiche erwiesen sich wiederholt als unzureichend, daher an eine Erweiterung derselben im Sinne der durch die Revisions-Commission bestimmten grösseren Durchflussprofile geschritten werden musste.

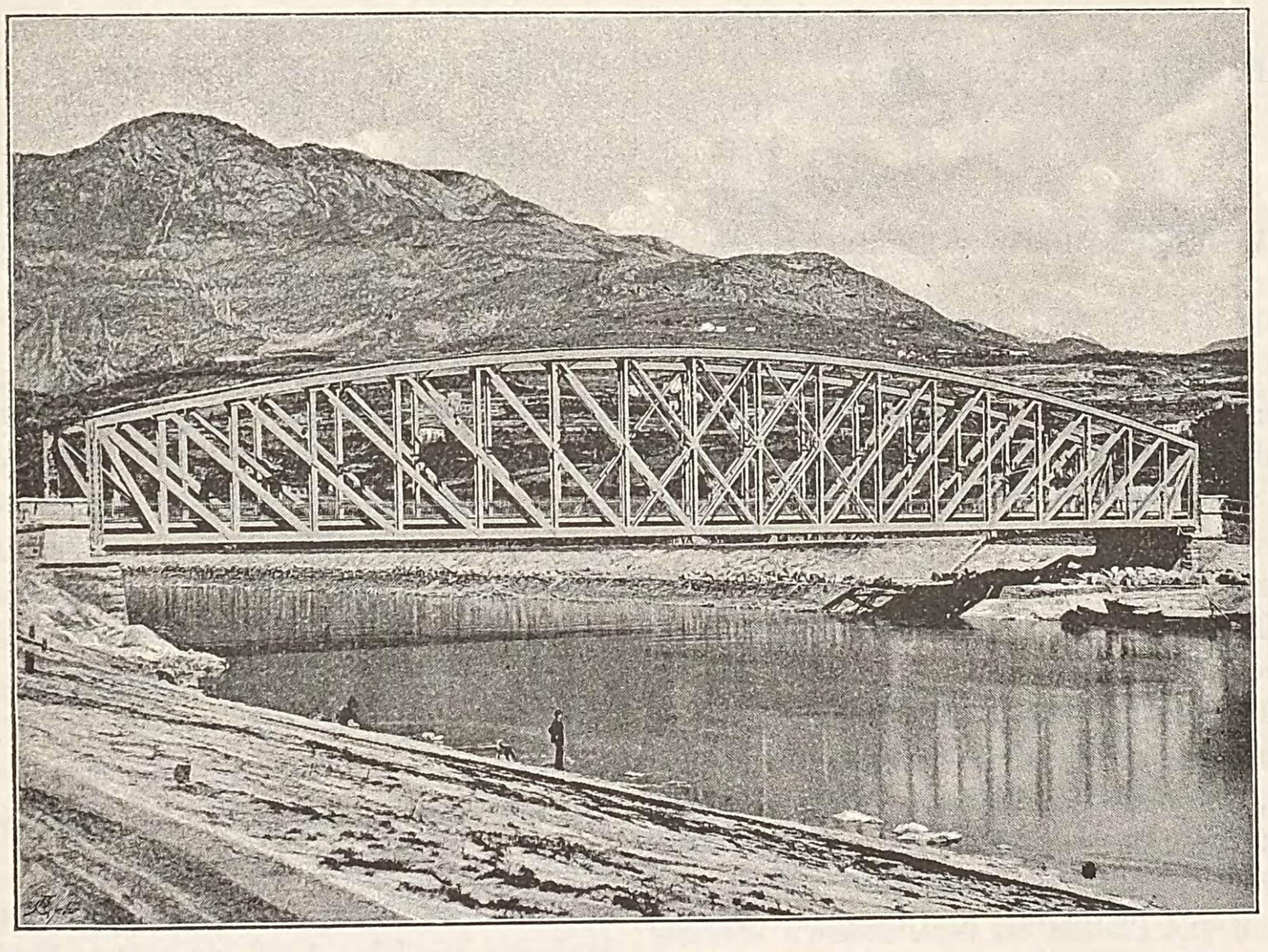
Diese Commission beantragte jedoch die Erweiterung des Centa-Durchstiches am rechten Ufer, wodurch nebst anderen Einlösungen insbesondere die Einlösung der Kirche von St. Apollinaris nothwendig geworden wäre.

Da aber diese Kirche zu den ehrwürdigsten Kunstdenkmälern Trients gehört, indem sie theils der romanischen, theils der frühgothischen Zeit angehört, so wurden dagegen seitens vieler berufener Factoren Einwendungen erhoben, so dass Verfasser dem h. Ministerium die Erweiterung des Centa-Durchstiches auf das entgegengesetzte linke Ufer, wo die bestehende städtische Gasanstalt anfangs unübersteigliche Hindernisse zu bieten schien, zu verlegen beantragte, was auch ausgeführt wurde.

Von grosser Wichtigkeit war in diesem Baulose die Abtragung der bereits erwähnten steinernen Brücke von St. Lorenzo bei Trient, welche Brücke aus vier Oeffnungen à 15·4 *m* bestand und ein für die Stadt Trient verhängnisvolles Stau-Object bildete. (Fig. 31 und 32.)

Der Einfluss dieser Brücke auf den Durchfluss der Hochwässer ist aus dem Thalquerprofile Profil 11, Tafel 25, zu ersehen, während Fig. 31 und 32 Ansichten der neuen eisernen Brücke liefern, welche an Stelle der früheren gesetzt wurde.

Fig. 32.



St. Lorenzo-Brücke in Trient.

VI. bis XIX. Baulos.

Vom VI. Lose abwärts hatte der Etsch-Fluss bis zum Rio secco bei Besenello bereits einen der Richtung nach günstigen Lauf, so dass hier nur die Normalisierung und die Reconstruction der Hochwasserdämme herzustellen war. Zwischen Besenello und Calliano bildete jedoch die Etsch eine rasche Biegung, durch welche ein förmlicher Rückstau verursacht und insbesondere auch die Entwässerung des rechtsufrigen Thalgrundes von Aldeno in Frage gestellt wurde. Dieser Uebelstand wurde durch die Ausführung des Durchstiches Calliano-Besenello im XII. Baulose von *km* 29 bis 31 behoben. Nachdem dieser Durchstich in eigenartigem, lettigem Terrain ausgehoben war, wollte das Hochwasser die ausgeführte Mittel-Cunette lange Zeit nicht erweitern. Als jedoch einige Jochpiloten der Calliano-Brücke entfernt wurden, drang das Wasser in die dadurch entstandenen Löcher, worauf die Erweiterung in weit höherem Maasse eintrat, als erwartet werden konnte.

Ein anderer scharfer Bogen bei Chiusole, wodurch dieser am rechten Etsch-Ufer befindliche Ort auf's äusserste bedroht wurde, ist durch den im XIV. Baulose ausgeführten Chiusole-Durchstich beseitigt worden.

Schliesslich muss noch der Felsensprengungen im Flussbette bei Sacco gedacht werden, welche die Erniedrigung einer Felsbarre, die grundwehrartig wirkt, zum Zwecke haben. Durch diese Erniedrigung wird das Gefälle des Flussbettes oberhalb Sacco vergrössert, wodurch es zur Abfuhr der Geschiebe geeigneter gemacht werden soll. Diese Felsbarre, welche nach dem Projecte unter Wasser gesprengt werden soll, befindet sich nahezu bei der Brücke von Sacco in einer Länge von 350 *m* und einer Breite von 36 *m*. Da sie auf eine Tiefe von 1·5 bis 1·75 *m* gesprengt werden soll, entspricht dies einem Felsausbruch von 11.420 m^3. Die veranschlagten Kosten hiefür betragen 60.000 fl. Ausserdem befinden sich an der Leno-Mündung grobe Geschiebe, welche, da sie durch die Etsch nicht fortgeführt werden können, ausgebaggert werden sollen.

Ausserdem sind im Regulierungsprojecte auch Regulierungen der Binnen-Entwässerungsgräben enthalten. Solche sind beantragt zur Entwässerung der linksseitigen Thalniederung:

a) für die Gebiete von St. Michele und Nave St. Felice;
b) Nave St. Felice und Lavis;
c) Campo Trentino und Trient;
d) Matarello;
e) Acquaviva;
f) Volano.

Weiters für die Entwässerung der rechtsseitigen Thalniederung:

a) im Gebiete von Mezzolombardo, Nave St. Recco und Zambana;
b) im Gebiete von Vela;
c) im Gebiete von Lidorno und Perotti;
d) in der Niederung von Aldeno.

Die Lage dieser Binnen - Entwässerungsgräben ist aus Tafel 13 und 14 zu entnehmen.

B. Die Wassermessungen.

Die Grundlage der Ausmittlung der richtigen Durchflussprofile für eine Flussregulierung ist die Kenntnis der zum Abflusse gelangenden Wassermengen.

Für das Etsch-Regulierungsproject vom Jahre 1879, für die III. Section, waren die Wassermessungen maassgebend, welche im Gutachten des k. k. Oberbaurathes Semrad vom 20. Jänner 1876 enthalten sind. Daselbst heisst es:

Nachdem die Kenntnis der verschiedenen Wassermengen eines Stromes für die passende Anordnung der an demselben auszuführenden Bauten von grosser Bedeutung ist, und aus den Voracten nicht zu entnehmen war, dass diese Frage jemals einer Untersuchung unterzogen worden wäre, so wurden theils durch directe Messungen, theils durch Berechnungen nach den hiezu am tauglichsten befundenen Querprofilen mit Anwendung der Formel von Bazin und nach Umständen der Coëfficienten-Scala IV oder V die Berechnungen der beim kleinen Wasserstande, bei gewöhnlichem und auch bei einem aussergewöhn-

lichen Hochwasserstande, wie vom Jahre 1868, abziehenden Wassermengen vorgenommen.

Hiernach ergaben sich folgende Resultate als Mittelwerte:

1. Von der Masetto-Brücke oberhalb St. Michele bis zum Einflusse des Noce-Wildbaches:

a) bei Winterwasserstand 50 m^3
b) bei gewöhnlichem Hochwasserstande 640 „
c) bei 1868er Hochwasser 1100 „

2. Von der Einmündung des Noce bis zum Avisio-Wildbach:

bei a) 65 m^3
bei b) 740 „
bei c) 1350 „

3. Vom Einflusse des Avisio bis zum Fersina-Wildbache:

bei a) 85 m^3
bei b) 860 „
bei c) 1600 „

4. Von der Einmündung des Fersina-Wildbaches bis zum Ross-Bach:

bei a) 95 m^3
bei b) 950 „
bei c) 1700 „

5. Vom Ross-Bach bis zum Leno-Bach:

bei a) 105 m^3
bei b) 1000 „
bei c) 1800 „

6. Vom Leno-Wildbache bis zur Landesgrenze:

bei a) 115 m^3
bei b) 1160 „
bei c) 2000 „

Es beträgt daher nach Semrad das Verhältnis des Niederwassers zum gewöhnlichen Hochwasser auf der ganzen Strecke in Mittel 1:10 und zum ausserordentlichen Hochwasser 1868 wie 1:19.

In einem weiteren Nachhange vom September 1877 bemerkt Oberbaurath Semrad bezüglich der vorgenommenen Wassermessungen noch Folgendes:

Zur besseren Ueberzeugung über die Richtigkeit der oben angeführten Wassermengen wurden die Wassermengen in einer oberen Etsch-Strecke, unterhalb des Einflusses des Eisack, an einer günstigen, ganz regelmässigen Flusstelle, wo die Hochwässer in einem geregelten Profile eingeschlossen bleiben, und zwar zwischen Branzoll und Pfatten bei verschiedenen Wasserständen direct gemessen.

Nachdem zwischen dieser Stelle und St. Michele die Etsch ausser einigen Entwässerungsgräben keine bedeutende Zuflüsse hat, so können die bei diesen Messungen gefundenen Wassermengen ohne Bedenken auch für die bis zum Einflusse des Noce-Baches vorkommenden Wassermengen angenommen werden.

Darnach ergibt sich nach Oberbaurath Semrad auf Grund der von ihm ermittelten Wasserquerschnitte, der mittleren Geschwindigkeiten und Wassermengen angeblich eine ganz befriedigende Uebereinstimmung mit den bereits früher ermittelten Wassermengen, welche wir bereits oben detailliert angeführt haben, indem für die Messungsstelle bei Branzoll sich für das mittlere Niederwasser bei 0·1 *m* über Null eine Wassermenge von 56 gegen 50 m^3, für das mittlere Hochwasser bei einem Pegelstande von 2·30 *m* eine Wassermenge von 652 gegen 640 m^3 und für das 1868er Hochwasser eine Wassermenge von 1140 gegen 1100 m^3 herausstellt.

Herrn Oberbaurath Semrad blieb es nicht verborgen, dass er bei seinen Wassermessungen zu weit geringeren Wassermengen gelangt war, als dem Etsch-Regulierungsprojecte für die I. Section Passer-Eisack-Mündung entsprechen würde, denn, wie er selbst erwähnt, ist im technischen Berichte über die Etsch-Regulierung von der Passer bis zum Eisack vom 5. September 1874 auf Seite 14 die Angabe, dass die Etsch oberhalb des Einflusses des Eisack, dessen Wassermenge als des grössten Confluenten des Etsch-Flusses ohne Zweifel zu wenigstens zwei Fünftel der Wassermenge unterhalb dieses Zuflusses angenommen werden kann, zur Zeit des Hochwassers 995·4 m^3 abführt. Semrad bezweifelt aber die Richtigkeit der Resultate in der I. Section, indem nach seiner Ansicht die dortigen Resultate nicht directen Messungen, sondern der Berechnung nach theoretischen Formeln entstammen, daher einer Berichtigung bedürfen.

Vergleicht man das Resultat der Herren Böhm und Schwind, welches sich auf das Etsch-Profil zwischen dem Nalser und dem Vilpianer Kegel bezieht und dort 995·4 m^3 liefert, daher sammt dem Eisack etwa 1659 m^3 per Secunde ergeben müsste, mit dem Resultate Semrad's von 1140 m^3, so ergibt sich, dass letzterer die Wasserconsumtion der Etsch unterhalb der Vereinigungsstelle derselben mit dem Eisack um 519 m^3 niedriger angibt als die Projectanten der I. Etsch-Section.

Wenn nun auch die Berechnung der Herren Böhm und Schwind als nach der Eitelwein'schen Formel gerechnet, höchst wahrscheinlich schon darum ein zu grosses Resultat ergeben musste, weil ja die Eitelwein'sche Formel nach den Messungen Dubuat's an künstlichen Canälen construiert ist, so ist das kleine Wasserquantum Semrad's immerhin auch auffällig, indem die Differenz weit grösser ist, als dass dieselbe lediglich dem zu grossen Eitelwein'schen Coëfficienten zugeschrieben werden könnte.

Inwieferne die damaligen Berechnungen der Wassermengen richtig oder unrichtig waren, lässt sich heute nicht genau verfolgen, soviel lässt sich jedoch sagen, dass, nachdem Semrad hauptsächlich die Bazin'sche Formel verwendete, welche doch nur für Canäle halbwegs verlässliche Resultate liefert, von einer Verlässlichkeit dieser Resultate im Sinne des heutigen Standpunktes der Hydrometrie nicht wohl die Rede sein kann.

Die directen Messungen gelegentlich späterer Hochwässer haben denn auch gezeigt, dass in der II. Section ca. 1400 m^3 per Secunde, also weit mehr als Semrad annahm und weniger als den Berechnungen Böhm's und Schwind's entsprechen würde, zum Abflusse gelangen.

Die zur Ueberprüfung des ergänzten Etsch-Regulierungs-Projectes im Jahre 1886 eingesetzte Revisions-Commission hat insbesondere auch die Frage in Erörterung gezogen, welche Wassermenge in der III. Section in den verschiedenen Flussstrecken abfliessen und welche Querschnittflächen dem neuen Flusslaufe je nach dem Flussgefälle und den Zuflüssen der Seitengewässer gegeben werden müssen, damit nicht allein die gewöhnlichen Sommer-Hochwässer, sondern auch die ausserordentlichen Hochwässer, wie solche in den Jahren 1868, 1882 und 1885 eingetreten sind, möglichst unschädlich ablaufen.

Zu diesem Zwecke hat die genannte Commission an der Hand der Projectspläne und der früheren Aufzeichnungen und Berechnungen genaue Studien angestellt, welche folgendes Ergebnis lieferten:[1]

Für diese Bestimmung waren zunächst folgende im Jahre 1886 bestandene Gefällsverhältnisse maassgebend:

1. Für die Strecke von St. Michele bis zur Noce-Mündung 0·74‰.
2. Von der Noce- bis zur Avisio-Mündung . . 0·74‰.

[1] Protokoll der Revisions-Commission zur Prüfung des ergänzten Etsch-Regulierungsprojectes. October 1886. Section III.

3. Von der Avisio- bis zur Fersina-Mündung, und zwar:

a) von der Avisio-Mündung bis zum Ende des Wolkenstein-Durchstiches 1·70‰,

b) vom Ende des Wolkenstein-Durchstiches bis zur Fersina-Mündung 1·00‰.

4. Von der Fersina-Mündung bis zum Ross-Bach, und zwar:

a) im Lidorno-Durchstich bis zur Matarello-Brücke 0·84‰,

b) von der Matarello-Brücke bis zum Ross-Bache 0·54‰.

5. Von der Ross-Bach- bis zur Leno-Mündung, und zwar:

a) Ross-Bach bis zum Nomi-Durchstich 1·40‰,

b) Nomi-Durchstich bis Chiusole 0·76‰,

c) Chiusole bis zur Leno-Mündung mit Rücksicht auf die projectierte Felsensprengung bei Sacco 1·00‰.

Diesen Gefällsstrecken entsprechen weiters nachstehende Wassermengen des Jahres 1882, als deren ursprüngliche von der II. Section abfliessende Menge 1400 m^3 angenommen wurde.

Die in der ersten Strecke bis zur Noce-Mündung durch den Kalterer Abzugsgraben, die Fossa maestra von St. Michele mit dem Sorni-Bache, weiters durch den Nave-Bach zufliessende Menge wurde mit 100 m^3, jene des Noce- und Avisio-Flusses mit je 450 m^3 angenommen, so zwar, dass für die erste Strecke die abfliessende Wassermenge mit 1500 m^3 per Secunde, in der zweiten Strecke mit 1950 m^3 und vom Avisio abwärts mit 2400 m^3 per Secunde beziffert wurde.

Die vom Fersina-Bache beim Hochwasserstande der Etsch zugeführte Wassermenge wurde mit 50 m^3 angenommen und die weitere vom Ross-Bache mit 60 m^3 bemessen, so dass in der vierten Flusstrecke abfliessende Wassermenge 2450 m^3 per Secunde, und unterhalb des Ross-Baches 2510 m^3 per Secunde an die Sectionsgrenze abfliessen würden.

Auf Grund dieser Daten hat nun die Commission die Durchflussprofile berechnet, wie sie zur sicheren Abführung der oben angeführten Hochwassermengen nothwendig erscheinen. Die Berechnung dieser Normalprofile ist im folgenden Abschnitte enthalten.

C. Bestimmung der Normalprofile für die III. Section.

Bevor wir zu der Festsetzung der Normalprofile seitens der Revisions-Commission vom Jahre 1886 schreiten, müssen wir zuerst die Normalprofile erörtern, welche dem ursprünglichen Projecte zugrunde lagen und von Oberbaurath Semrad im Berichte vom September 1877 festgestellt worden sind. Dies ist umso wichtiger, als seit dem Jahre 1880 bis 1886 viele Bauten unterhalb Trient nach diesen ursprünglichen Normalprofilen hergestellt worden sind.

Oberbaurath Semrad nahm an, dass nach den im früheren Capitel bereits citierten Wassermessungen zwischen dem Niederwasser und dem gewöhnlichen Hochwasser in der III. Section das Verhältnis von 1 : 10 und ebenso rücksichtlich des ausserordentlichen Hochwassers vom Jahre 1868 von 1 : 19 bestehe. Weiters beträgt nach Semrad der mittlere, durch mehrere Monate andauernde Sommerwasserstand 2 bis 2·5 *m*, der mittlere gewöhnliche Hochwasserstand aber, welcher in der Regel zweimal des Jahres sich einzustellen pflegt, nämlich im Frühling und in den Herbstmonaten, wo die mit grossen Niederschlägen begleiteten Südwestwinde vorherrschen, je nach den engeren oder breiteren Flusstellen 2·8 bis 3·5 *m*.

Die ausserordentlichen Hochwässer des Octobers 1868 aber wurden nach Semrad mit 3·8 bis 5·5 *m* im Flussgerinne beobachtet, wozu noch die ausser dem Flussgerinne längs der Thalniederungen zum Abfluss gelangten Wassermengen gerechnet werden müssen, die aber nur annäherungsweise geschätzt werden konnten.

Die in der unteren Etsch in den früheren Decennien ausgeführten Durchstiche waren mit einfachem, concentrierten Profile angelegt und führten die gewöhnlichen Hochwässer mit Ausnahme des Durchstiches von Matarello ohne Anstand ab.

Für solche Hochwasserstände wie im Jahre 1868 reichte jedoch keiner der bestehenden Durchstiche aus.

Bei diesen Durchstichen und den übrigen Flusstrecken, wo keine besondere Veranlassung zu einer Modificierung des damals bestandenen Rinnsales vorlag, beantragte Semrad, um vor ähnlichen Ereignissen, wie jenes vom Jahre 1868, gesichert zu sein, die Erhöhung der Uferdämme, wo selbe bestanden und die Errichtung von solchen an Stellen, wo sie sich als nothwendig erweisen sollten.

In den zu canalisierenden Strecken von St. Michele bis unterhalb des Avisio und von Acquaviva bis gegen Porta vecchia empfahl Semrad die Anlage eines Doppelprofiles und erachtete es für genügend, den mittleren Sommerwasserstand im Mittelprofile zu concentrieren, wogegen die nach Anlage des Mittelprofiles in den Flussüberbreiten verbleibenden ein- oder beiderseitigen, bis zum natürlichen Ufer reichenden Rinnsalsüberreste, nach gehöriger, durch die Flussgeschiebe bis zur Krone der Mittelprofilsufer zu bewirkenden Auffüllung des Hinterlandes, als zweites, höheres Profil für die Ausbreitung der höheren Wasserstände bis zu den Uferdämmen zu dienen haben würden.

Semrad beantragte daher in den genannten, zu canalisierenden Flusstrecken die Anbringung eines Mittelgerinnes für einen concentrierten Abfluss der mittleren Sommerwasserstände in einem nach den verschiedenen wechselnden Flussgefällen und nach unten zunehmenden Wassermengen entsprechend ausgemittelten Normalprofile mit Feststellung einer mittleren Gerinnshöhe von 2 *m* über Niederwasser, wie sich die Durchschnittshöhe der gewöhnlichen Sommerwasserstände ergibt.

Auf Grund dieser Anschauungen und unter Beachtung der wahrscheinlichen Gefällsausgleichungen erhält man nach Semrad bei $1\frac{1}{2}$-füssigen Böschungen der Uferbauten für die Regulierungsstrecken zwischen der Eisenbahnbrücke von St. Michele und der Rossbach-Mündung folgende Normalbreiten:

1. Von der Eisenbahnbrücke St. Michele bis zur Noce-Mündung: Abzuführendes Mittelhochwasser = 640 m^3, ausgeglichenes Gefälle = 0·00083, daher mit Benützung der Scala IV der Bazin'schen Formel die Normalbreite = 53 *m*.

2. Von der Noce-Mündung bis zur Avisio-Mündung: Abzuführende mittlere Hochwassermenge = 740 m^3, ausgeglichenes Gefälle = 0·00101, daher die Normalbreite = 56 *m*.

3. Von der Avisio-Mündung bis zur Fersina-Mündung: Mittleres Hochwasser = 860 m^3, ausgeglichenes Gefälle = 0·00101, daher die Normalbreite = 60 *m*.

4. Von der Fersina-Mündung bis zur Rossbach-Mündung: Mittlere Hochwassermenge = 950 m^3, ausgeglichenes Gefälle = 0·000692, daher die Normalbreite = 72 *m*.

Auf Grund dieser von Semrad angedeuteten Projectsbestimmungen wurden die Normalprofile bei der Etsch-Regulierung der III. Section bis zum Jahre 1886 verwendet.

Diese Normalprofile haben sich jedoch im Jahre 1886 als nicht genügend erwiesen, daher die schon erwähnte Revisions-Commission erweiterte Normalprofile feststellte.

Bestimmung der Normalprofile durch die Revisions-Commission.

Allgemeine Erläuterungen.

Zur Bestimmung der Querprofile des Flussbettes behufs vollständiger Abführung der aus der II. Etsch-Regulierungs-Section abfliessenden und durch die Seitenbäche der III. Section der Etsch zugeführten Wassermengen, für deren Ausmaass die Hochwässer des Jahres 1882 zur Basis dienten, wurde nachstehende Formel von Ganguillet und Kutter in Anwendung gebracht, wobei die einzelnen Buchstaben nachstehende Grössen bezeichnen:

Q = abfliessende Wassermenge in Cubik-Meter per Secunde,
F = Wasserquerschnitt in Quadrat-Meter,
v = mittlere Wassergeschwindigkeit,
c = Erfahrungs-Coëfficient,
R = mittlerer hydraulischer Radius,
J = Gefälle des Wasserspiegels,
n = Rauhigkeits-Coëfficient.

Hiernach ist die Wassermenge

$$Q = F.\,v$$

und die mittlere Geschwindigkeit des Wassers

$$v = c.\sqrt{R.\,J},$$

wobei

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Die für die einzelnen Flusstrecken angenommenen Gefälle sind in den nachstehenden Detail-Darstellungen angeführt und mag hier nur bemerkt werden, dass für die gepflogenen Berechnungen zumeist die gegenwärtig bestehenden Gefälle maassgebend erschienen, weil die endliche Gefällsausgleichung keineswegs genau daraus bemessen werden kann und wenn auch eine streckenweise Vertiefung des Flussbettes sicherlich zu erwarten ist, diese jedoch erst nach genauer Zeit eintreten wird, innerhalb welcher zum Schutze der Thalgründe gleichfalls eine vollständige Abfuhr der Gewässer stattfinden soll.

Bezüglich des Rauhigkeits-Coëfficienten n wurden die mit 0·025 und 0·03 bezeichneten berücksichtigt, weil dieselben für die Beschaffenheit des Flussbettes, sowie die local auftretende Geschiebeführung passend erschienen und die Berechnungen mit den vorhandenen Resultaten übereinstimmend waren.

Bei den einzelnen Profilen sind die Gründe für die Anwendung des einen oder anderen dieser Coëfficienten angeführt, sowie weiters auch die übrigen Momente berührt werden, welche auf die Berechnung Einfluss nahmen.

Behufs Vornahme dieser Berechnungen musste die ganze Flussection in einzelne Strecken gesondert werden.

I. St. Michele bis Noce-Mündung.

Für die Durchführung der Regulierung in dieser Strecke wurde ein verschiedenes Profil in Antrag gebracht, je nachdem die Beibehaltung des gegenwärtigen Flussbettes oder die Ableitung der Etsch in das Niederungsgebiet von Nave St. Rocco ins Auge gefasst wird.

Im ersten Falle erschien mit Rücksicht auf das im Flussbette vorfindliche Noce-Geschiebe die Anwendung des Rauhigkeits-Coëfficienten 0·03 angezeigt, während für die Oeffnung des Durchstiches im Culturgrunde jener mit 0·025 zulässig erkannt wurde, wodurch eine wesentliche Verschmälerung des Profiles erzielt werden könnte.

Für die Concentrierung wurde das Profil Fig. 3, Tafel 23, für den Durchstich das Profil Fig. 4, Tafel 23, aufgestellt.

Nachdem es inzwischen von der Ausführung des Nave-Durchstiches ganz abgekommen ist, hat nur das erste Profil Geltung.

II. Noce-Mündung bis Avisio-Mündung.

Für diese Strecke wurde kein Profil aufgestellt, nachdem es sich um die Versicherung des linksseitigen Ufers handelt und eine genügende Flussbreite vorhanden ist.

III. Avisio-Mündung bis Fersina-Mündung.

Nach dem bestehenden Gefälle und den obwaltenden Verhältnissen musste eine weitere Abtheilung dieser Strecke vorgenommen werden.

III/a. Wolkenstein-Durchstich.

Zur Bestimmung des Profiles für diesen neu zu schaffenden Flusslauf musste im Hinblicke auf die Geschiebeführung aus dem Avisio-Bache der Rauhigkeits-Coëfficient von 0·03 in Anwendung gebracht werden.

Dessenungeachtet lässt sich wegen des vorhandenen starken Gefälles von 1·7‰, wodurch eine Geschwindigkeit von 4·1 *m* bedingt wird, immerhin das Profil der Flusstrecke I/a, Figur 4, Tafel 23, zur Durchführung bringen, nachdem dasselbe unter den erwähnten Umständen eine Wassermenge von 2320 m^3 per Secunde abzuführen vermag.

III/b. Vom Ende des Wolkenstein-Durchstiches bis zur Fersina-Ausmündung.

α) Für die nicht regulierte Flusstrecke.

Hiezu wird das in Figur 7, Tafel 23, dargestellte Normalprofil verwendet.

β) Detailstrecke des Centa- und Briamasco-Durchstiches.

Die Bestimmung des Profiles für diese bereits ausgebaute Flusstrecke mit Rücksicht auf die Hochwässer des Jahres 1882 bot grosse Schwierigkeiten, weil die angrenzenden Liegenschaften und Realitäten eine normale Erweiterung des Profiles wesentlich erschweren und vertheuern — die Beibehaltung des linken, vollständig consolidierten Dammes aber mit Hinblick auf die nöthige Sicherheit des Stadtrayons geboten erschien und die Vergrösserung des Profiles mit den geringsten Kosten, jedoch ohne weitere Steigerung der schon bedeutenden Hochwasserhöhe erzielt werden sollte.

Die Revisions-Commission beantragte das Profil Figur 9, Tafel 23, wobei die Profilsvergrösserung durch Abhebung des rechtsseitigen Bankettes bis zur Niederwasserhöhe erfolgen sollte. Dies hätte auf eine Breite von 18 *m* stattfinden müssen, wodurch bei Anwendung der normalen Böschungs-Verhältnisse und eines Bankettes von 2·0 *m* immerhin noch die Expropriation eines Wohngebäudes, sowie der Kirche St. Apollinaris und eine zweite Umgestaltung eines zweiten Wohnhauses nothwendig geworden wäre.

Wie wir jedoch bereits erwähnt haben, ist es von dieser Erweiterung des Profiles gegen das rechte Ufer abgekommen und wurde eine solche gegen das linke Ufer ausgeführt.

γ) Virginia-Durchstich.

Für die Ergänzung dieses bereits bestehenden Durchstiches wurde das in Figur 5, Tafel 23, dargestellte Profil verwendet.

IV. Fersina- bis Rossbach-Mündung.

Auch diese Strecke erfordert mit Rücksicht auf die bestehenden Verhältnisse und insbesonders im Hinblicke auf die zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Weise bereits durchgeführte Regulierung eine sectionsweise Behandlung und zwar wurde für die Strecke

IV/a. Lidorno-Durchstich

gleichfalls bloss eine Erhöhung der bestehenden Dämme nach Figur 6, Tafel 23 festgesetzt.

IV/b. Matarello-Brücke bis zum Rossbach.

Für diese Strecke wurde in Figur 8, Tafel 23, ein allgemeines Normalprofil festgesetzt, welches den streckenweise bestehenden Verhältnissen angepasst werden soll, im allgemeinen aber eine in ökonomischer Beziehung leider nicht zu umgehende Erhöhung der Dämme bedingt, aus dieser Ursache auch streckenweise die Anlage eines zweiten Banketts nöthig macht.

Mit Zugrundelegung dieses Hochwasserprofiles erscheint für die Strecke des Perotti-Durchstiches eine mittlere Erhöhung der Dämme um 2·1 *m* und für die Baustrecke bei Acquaviva eine solche um 1·5 *m* nothwendig, während in der Strecke längs der Ischia Moll der noch auszuführende linksseitige Hochwasserdamm in möglichster Anschmiegung an die vorhergehenden Profile landeinwärts verschoben werden kann.

Der Durchstich Besenello-Calliano erfordert in gleicher Weise eine Erhöhung von 0·9 *m*.

V. Rossbach-Mündung bis Leno-Mündung.

Diese Strecke war theilweise vollständig ausgebaut, theilweise befanden sich die Regulierungswerke in Ausführung oder waren erst einzuleiten.

Sie erforderte daher ebenfalls eine verschiedene Behandlung.

So erschien in der Strecke

V/a. Nomi-Durchstich

das vorhandene Flussprofil selbst bei Anwendung des Rauhigkeits-Coëfficienten 0·03, welcher bei der bestehenden Geschiebsführung vom Ross-Bach in Rechnung gezogen werden musste, ausreichend und war nur wegen der Flussrichtung und des unterhalb anschliessenden geringen Gefälles eine Erhöhung des linksseitigen Hochwasserdammes in der concaven Uferstrecke unterhalb der Brücke um ca. 50 *cm* angezeigt.

V/b. Nomi-Durchstich bis Chiusole.

Diese Strecke ist linksseitig vollkommen ausgebaut, das rechte Ufer aber mit Ausnahme einer kurzen Durchstichsstrecke nur durch Anlage eines Leitwerkes fixiert, daher die erforderliche Weite unter Beibehaltung der linksseitigen Dammhöhe durch entsprechende Zurücklegung des rechtsseitigen Hochwasserdammes erzielt werden kann, ohne dass hiedurch eine Vermehrung der Baukosten verursacht wird.

V/c. Chiusole bis Leno-Mündung.

Diese Strecke ist noch vollständig zu regulieren, daher die Anwendung eines entsprechenden Profiles, wie es in Fig. 10, Tafel 23, skizziert ist, möglich wird.

Für die Bestimmung des Gefälles wurde eine Senkung des Hochwassers infolge der beabsichtigten Sprengung der Felsenriffe bei Sacco in Rechnung gezogen, so dass statt des gegenwärtigen Gefälles ein solches von 1·0 per Mille zugrunde gelegt werden konnte und die Anwendung eines Doppelprofiles nur in Consequenz zum Regulierungsprincipe der oberen Strecke erfolgt.

Durch diese von der Revisions-Commission angeordneten Normalprofile erfuhren die bisher angewendeten Querprofile der III. Section fast durchwegs und zwar streckenweise eine nicht unbedeutende Erweiterung.

D. Das Längenprofil der III. Section.

Schon bei der allgemeinen Betrachtung des Längenprofiles dieser Section haben wir des störenden Einflusses gedacht, welchen die in die Etsch einmündenden Wildbäche, insbesondere der Avisio, der Fersina, der Ross-Bach und der Leno auf die Entwicklung der Flussohle ausüben. Es sind dies eben Staurücken, die in der Etsch gebildet werden und deren Beseitigung eines der Hauptziele der Etsch-Regulierung bildet. Vorausgesetzt, dass die Eintiefung des Flussbettes infolge der zahlreichen Flussconcentrierungen und Durchstiche im gewünschten Maasse erfolge und dass durch die im Zuge befindlichen Wildbachverbauungen und die zum Theile beendete Verbauung der Hauptschluchten der wichtigsten Seitenzuflüsse eine wesentliche Verminderung der Geschiebezufuhr erzielen wird, dürfte sich daher ein günstiger Ausgleich des Längenprofiles der III. Section im Laufe der Zeit heraussteilen, bei welchem namentlich die oft erwähnten Staurücken der Seitenbäche zurücktreten.

In Tafel 22 ist das Längenprofil der III. Section im Detail dargestellt.

E. Die Bau-Ausführung.

Nach Semrad sollten die Uferlinien des neuen Mittelprofiles, das ist des Profiles für den gewöhnlichen niederen Sommerwasserstand mit einfachen, aus rauhen Felsstücken hergestellten Steinlagen aufgeführt werden, deren einzelne Blöcke in so grossen Dimensionen zu verwenden wären, als dies der Transport derselben nur immer gestattet, gebildet werden.

Nach seiner Angabe sollte mit der Anlage der Vorgründe begonnen und dieselben nach erfolgter Unterspülung und Einsenkung bis zu einer gewissen Stabilität ergänzt werden.

Diese erste Abgrenzung der neuen Linie hält Semrad für stark genug, um zwischen derselben und dem alten Ufer die Geschwindigkeit der Strömung so zu vermindern, dass erhebliche Geschiebsablagerungen stattfinden können, und wird auch eine allmähliche Ausbildung des Gerinnes für die Niederwässer eintreten.

Um fernere Geschiebsablagerungen hinter diesen Uferlinien, namentlich auf demjenigen Boden, welcher dem Flussbette abgewonnen ist, zu ermöglichen, war aber der weitere Aufbau der Uferwerke nur allmählich zu bewirken, welcher Aufbau auch mehrere Jahre in Anspruch nehmen konnte.

Diese Uferwerke sollten mittelst Traversen in gewissen Abständen mit den natürlichen Ufern verbunden werden, wodurch einzelne Becken entstehen, welche zur besseren Ablagerung und Festhaltung der über die Uferwerke mit dem Wasser überströmenden Geschiebe beitragen.

Die über Niederwasser anzulegenden Werke werden nach Semrad aus einer Steinschlichtung mit einer flusseitigen Böschung von 2:3, rückwärtigen Böschung 1:10, einer Höhe von 2 *m* und einer Kronenbreite von 1 *m* beantragt und werden, wie schon bemerkt wurde, nicht auf die ganze Höhe auf einmal hergestellt, sondern je nach dem Fortschreiten der Hinterfüllungen durch die Flussgeschiebe stufenweise aufgebaut.

Im Sinne dieses Projectes Semrad's geschah auch die Ausführung nach den bis zum Jahre 1886 angewendeten Normalprofilen der III. Section, Figur 11, 12 und 13, Tafel 23, von denen bereits die Rede war.

Aus den nunmehrigen Ausführungsprofilen, Tafel 23 und 24, ist die Art der Herstellung der Regulierungswerke zu entnehmen.

F. Herstellung von Durchstichen.

Hierüber bietet das Etsch-Profil 190, Tafel 24, vollkommenen Aufschluss. Dieses Profil ist beiläufig durch die Mitte des neuen Durchstiches bei der Ischia Wolkenstein unterhalb der Avisio-Mündung gedacht.

Vergleicht man dieses Profil mit dem seitens der Revisions-Commission vom Jahre 1886 aufgestellten Normalprofil, so wird man es damit in vollkommener Uebereinstimmung finden, indem der parallelepipädische Steinkörper am Fusse der Dammböschungen in der Niederwasserhöhe im Profil 190 erst nach weiterer Ausbildung und Eintiefung des Flusschlauches seine Form verliert und sein Steinmaterial nach der Böschung anlegt.

Zur Herstellung des Durchstiches wurden daher in der Entfernung von 65 *m* am Niederwasser die Aushübe für die Steinvorgründe und die untere Talus-Pflasterung (bis zu der 4 *m* breiten Berme) bewerkstelligt und die Steinvorgründe und Talus-Pflasterungen, sowie die beiderseitigen ebenfalls abgepflasterten Dämme hergestellt.

In der Mitte des Durchstiches wurde ein Leitgraben hergestellt, welcher am Niederwasser gemessen, 13 *m* breit ist und dessen Sohle 60 *cm* unter Niederwasser gelegen ist.

Die Einleitung des Flusses in den Durchstich geschieht nach den bekannten Methoden successive, indem das überströmbare Absperrwerk des Altbettes nach und nach erhöht wird.

G. Herstellung von Normalisierungen.

Aus dem Etsch-Profil 32, Tafel 24, ist die Ausführung eines Normalisierungsbaues zu entnehmen. Der Steinsatz am rechten Ufer ist von Plätten aus unter Wasser gelegt, worauf nach successiver Verlandung in bereits beschriebener Weise die Ergänzung desselben, die Herstellung der Dämme erfolgt.

Auf dem im Querschnitte trapezförmig erscheinenden Leitwerke (Steinsatze) ruht eine rechteckige Steinschlichtung, welche als Reserve für die voraussichtliche Unterspülung des Leitwerkes dient.

H. Die Bauvergebung und der Bauvertrag.

Die Ausführung der Bauten geschieht bei der Etsch-Regulierung in der Regel im Unternehmungswege, nur einzelne Arbeiten als Baggerungen mit dem hiezu angeschafften Baggerschiff, Wasserableitungen in ausserordentlichen Fällen etc. werden in Regie geführt.

Für die Vergebung des Baues wird auf Grund des ausgearbeiteten Projectes, Vorausmaasses, Kostenüberschlages, des Einheitspreisverzeichnisses, der genauen Baubeschreibung und der allgemeinen und speciellen Baubedingnisse in öffentlichen Blättern und durch Anschlag in den Gemeinden die Concurrenz ausgeschrieben, worauf die einzelnen Reflectanten unter Erlegung eines 5% der Bausumme betragenden Vadiums ihre Offerten einbringen.

Nach Genehmigung der Offerte seitens der Statthalterei wird der Bauvertrag abgeschlossen.

Zur Verdeutlichung des Geschäftsganges und der dabei erforderlichen Vorsichten wollen wir im nachstehenden die dem Bauvertrage für die Ausführung der Etsch-Regulierung bei Acquaviva zugrunde liegende technische Baubeschreibung, sowie den Kostenüberschlag in deutscher Uebersetzung wiedergeben, indem daraus auch die technischen Modalitäten der Ausführung einzelner Arbeiten klar entnommen werden können.

Baubeschreibung für die Vergebung der bei der Etsch-Regulierung bei Acquaviva unweit Matarello herzustellenden Arbeiten.

1. Allgemeine Anordnungen.

Alle Arbeiten sind mit der grösstmöglichsten Sorgfalt und Genauigkeit nach den vorgezeichneten Ausmaassen und in Uebereinstimmung mit den eigens hiezu ausgesteckten Lattenprofilen unter Verwendung des besten Materiales nach allen Regeln der Kunst auszuführen.

2. Grundgrabungen.

Die Grundgrabungen sind nach der Richtung und der Tiefe auszuführen, wie dies in den Projectsprofilen angegeben und wie dies für die regelrechte Ausführung des Baues am geeignetsten ist.

Wenn während der Grundgrabungen aus irgend einem Grunde sich in der Baugrube Wasser ansammeln sollte, welches die Höhe von 32 *cm* nicht überschreitet, so obliegt nach ausdrücklicher Vereinbarung die Ausschöpfung oder Ableitung dem Unternehmer, wobei der Aushub als im trockenen ausgeführt anzusehen ist.

Es wird ausdrücklich vereinbart, dass eintretende Fröste den Unternehmer zu einer über die Vertragspreise hinausgehenden Forderung nicht berechtigen, wie tief auch der Frostgrad des auszuhebenden Materiales sein möge.

Die aus dem Aushub bis zur Niederwasserhöhe stammenden Materialien sind nach Maassgabe der auszuführenden Arbeiten zu verführen oder zu planieren.

Die Kosten für die eventuelle Ableitung des Wassers aus den Baugräben mittelst Ableitungscanälen werden dem Unternehmer auf Grund der Einheitspreise nur dann vergütet, wenn diese Arbeit durch die k. k. Bauleitung eigens angeordnet werden sollte. Im übrigen ist es Pflicht der Unternehmung die Wasser-Ableitungsgräben gleichzeitig mit der Fundament-Grabung auszuheben; als Fundamentgrabungen unter Wasser sind lediglich solche anzusehen, wo nach Ausführung von Ableitungsgräben das Wasser über die Sohle der Baugrube noch höher als 32 *cm* stehen bleibt.

3. Anschüttungen.

Die Anschüttungen sind mit Geschiebe, Erde und anderen Materialien zu bewirken, welche geeignet sind eine solide Verdichtung zu erlangen; sie werden in die vorgeschriebene Richtung, Form und Böschung deponiert und von heterogenen Beimengungen, als Holzstücke, Wurzeln u. s. w. gereinigt; sie sind dort zu graben und soweit zu verführen, als es die k. k. Bauleitung angeben wird.

Die Anschüttung wird in Schichten von höchstens 30 *cm* Höhe bewirkt und wird jede Schichte sorgfältig mit Rammen gestampft.

Für Abgrabungen im Wasser bis zu einer Wassertiefe von 32 *cm* wird keine Aufbesserung gewährt, sondern werden die Arbeiten als im trockenen ausgeführt angesehen.

4. Steinmateriale.

Alle zu den Mauerwerken und den Pflasterungen zu verwendenden Steine müssen in unveränderlicher Weise den Einwirkungen des Frostes und des Wassers widerstehen und ein Volumen besitzen, welches dem Zwecke der auszuführenden Arbeit entspricht. Steine von einem geringeren Rauminhalt als 0·036 m^3 werden für Mauerwerks- und Pflasterarbeiten nicht angenommen. Für Steinwürfe sind Steine von mindestens 0·2 m^3 erforderlich.

5. Vermessung und Uebernahme des Steinmateriales.

Im Falle das Steinquantum nach beendeter Arbeit nicht gemessen werden könnte, ist der Unternehmer, um der k. k. Bauleitung die Vermessung und Uebernahme des Materiales zu ermöglichen, verpflichtet, dasselbe in der Nähe des Bauplatzes auf einem ebenen Terrain in geometrischen Figuren aufzuschlichten, wobei die grösseren Steine eng aneinander zu

schliessen und die Zwischenräume mit kleineren Steinen auszufüllen sind.

Für Steine, welche verwendet würden, ohne vorher durch die k. k. Bauleitung gemessen und übernommen worden zu sein, erhält der Unternehmer keine wie immer geartete Entschädigung.

Diese Vermessung hat auch stattzufinden, wenn die Verwendung der Steine an einem anderen als dem angeordneten Orte geschehen sein sollte.

6. Construction der Leitwerke, Steinwürfe und Steinreserven.

Die Leitwerke zum Schutze der Dämme sollen ausschliesslich aus Steinen von mindestens 0·20 m^3 Rauminhalt hergestellt werden; Steine von kleinerem Volumen dürfen nur zur Ausfüllung der Zwischenräume verwendet werden.

In keinem Falle darf jedoch die Summe des kleineren Materiales $^1/_6$ der Gesammtmasse übersteigen.

Für die Leitwerke, welche im vorhinein bestimmte Richtungen und Formen erhalten sollen, werden thunlichst im vorhinein die Profile mit Latten ausgesteckt, ausgenommen unter Wasser, wo die Steinwerke aus Barken herabgebracht werden.

Die wasserseitige Böschung des Leitwerkes ist ausschliesslich aus grossen Massen mit starker Einbindung derart herzustellen, dass die einzelnen Steine fest aneinanderstossen und die Zwischenräume an der Oberfläche mit kleineren Steinen soweit ausgekeilt werden, dass noch die Passage über das Leitwerk für Fussgeher leicht möglich bleibe.

Für Steinmateriale, welches durch Nachlässigkeit und Verschulden des Unternehmers nicht am richtigen Orte zur Verwendung käme, erhält derselbe keine Entschädigung.

Die Leitwerke werden mindestens ober dem Wasser aus rauhen Steinen vom vorgeschriebenen Rauminhalte ohne Bearbeitung und mit möglichster Anpassung aneinander in der Art der Trockenmauern der ordinärsten Qualität hergestellt; die Zwischenräume werden durch kleinere Steine ausgefüllt.

7. Trockenmauern.

Die Trockenmauern vor den Dämmen sind nach den Regeln der Kunst mit lagerhaften Bruchsteinen von mindestens 0·126 m^3 Rauminhalt in der Art herzustellen, dass die grösste Fläche als Auflager verwendet wird, wobei die einzelnen Steine so gelegt werden sollen, dass die Stossfugen möglichst alternierend ausfallen.

Um einen stricten Verband zu erzielen, werden die Steine an den Auflagern und den Stossfugen mit dem Spitzmeissel derart bearbeitet, dass eine Berührung der ganzen Auflagerfläche und eine solche der Stossfugen auf die halbe Steintiefe erzielt werde.

Die Zwischenräume zwischen den Kanten der einzelnen Steine werden mit gut passenden Steinchen und Schiefern ausgefüllt.

Die Steine werden auch an der Oberfläche in der besten Weise abgearbeitet und in zusammenhängenden Schichten angeordnet.

Für die Bekrönung der beendeten Dämme und der nach dem Dammsystem hergestellten Traversen sind Massen von bedeutendem Eingriff zu verwenden, welche an den Auflagern und Seitenflächen so abgeebnet sind, dass sie ohne Verwendung von Steinkeilen oder Schiefern dicht aneinander schliessen. Eine geringere Sorgfalt ist auf die Bekrönung derjenigen Dämme zu legen, welche die ganze Höhe nicht erreicht haben sollten. Alle Talus-Pflasterungen erhalten eine Unterlage von Schotter.

8. Talus-Pflasterungen.

Für die Construction der Talus-Pflasterungen sind Bruchsteine von 0·03 bis 0·07 m^3 Rauminhalt zu verwenden, wobei der Eingriff des einzelnen Steines durch die ganze bestimmte Dicke des Steinpflasters gehen muss.

Die Lagerflächen werden senkrecht zur Böschungsebene und die Stossfugen so angeordnet, dass sie mindestens auf 16 *cm* dicht aneinanderschliessen.

Die Oberfläche der Böschung oder der sichtbaren Steinflächen sind in bestmöglichster Weise abzuarbeiten.

Die Steine der Talus-Pflasterung sollen nicht direct auf der Erde oder auf Sand, sondern auf einer Schotterschichte von 30 *cm* Dicke ruhen.

9. Faschinenröste.

Die Faschinenröste sind nach den speciellen Normal-Profilen in der tracierten Richtung auszuführen. Das zu verwendende Reisig muss lang, dünn und leicht keimfähig sein.

In jeder Faschinenlage ist bis zur Höhe der 28 bis 32 *cm* hohen Deckfaschinen eine Schotterlage anzuordnen.

Sowohl die Faschinen- als die Deckwürste sind aus biegsamem Reisig von möglichst grosser Länge, welches in Abständen von 47 *cm* mit Weidenruthenbast derart zu binden ist, dass die Knoten nach einwärts zu liegen kommen.

Die Deckwürste werden senkrecht zu den Faschinen auf jeder Lage angebracht; zwischen je zwei Bünde wird ein Pfahl von 1 bis 1·30 *m* Länge und 4 bis 5 *cm* Dicke eingeschlagen.

Zum Binden kann auch ausgeglühter Eisendraht von 2 *mm* Dicke verwendet werden.

Der Abstand der Deckwürste darf nicht mehr als 2 *m* betragen.

Zwischen diese longitudinal gelegten Deckwürste werden in Abständen von 2 *m* transversale Deckwürste gelegt und in der früheren Weise ausgeführt und befestigt.

10. Pfahlwerke.

Es kann sich der Fall ergeben, dass, um eine Abspülung der Leitwerke u. s. w. zu verhindern, Pfahlwerke am Fusse derselben angeordnet werden könnten.

Solche Pfahlwerke werden aus Pfählen von Holz bestehen, deren Länge, Dicke und Qualität je nach den Umständen näher bestimmt werden wird. Ebenso wird die Distanz, die Rammtiefe und die Nothwendigkeit der Beschuhung des Pfahles näher bestimmt werden.

11. Leitwerke, Reserven und Talus-Pflasterungen.

Die Steinsätze, welche als Vorgründe im Trockenen angelegt werden, erhalten einen rechteckigen Querschnitt mit horizontalen und verticalen Begrenzungen, sind 2 *m* breit, 1·50 *m* hoch und mit der unteren Fläche 0·50 *m* unter das Niveau des Niederwassers gelegt. Sie sind nach einem ausgeglichenen Längsgefälle angeordnet, wobei die Höhe des Niederwassers nach dem Nullpunkt des Pegels von Lidorno gerechnet wird.

Die Vorgründe, welche ins Wasser geworfen werden, wo nämlich die Tiefe der Flussohle grösser ist als 50 *cm* unter Niederwasser, haben die Krone 1 *m* über dem Niederwasser und ebenso 2 *m* Breite, seitlich erhalten sie hingegen eine einfüssige Böschung.

An den Stellen, wo diese Steinsätze als Leitwerke zur Ableitung oder Aenderung der Flusströmung ohne vorläufiger Herstellung der Dämme, welches erst in einer späteren Periode geschehen soll, bewerkstelligt werden, erhalten sie eine grössere Höhe, indem die Krone 1·60 *m* über dem Niederwasserspiegel statt bloss 1 *m* angeordnet wird.

Die Talus-Pflasterungen der Dämme erhalten eine anderthalbfüssige Böschung und die Berme eine Breite von 2 *m*.

Das Talus-Pflaster erhält vom Fusse des Dammes bis zum Absatze (Berme) die Dicke von 0·50 *m*; die Pflasterung der Berme und der Dammböschung oberhalb dieser Berme erhalten eine Stärke von 0·30 *m*.

12. Dämme.

Die Dämme werden, wie bereits gesagt wurde, aus compacter Erde und Schotter gebildet, wobei diese in Schichten von nicht über 0·30 *m* Dicke aufgetragen und mit der Handramme comprimiert werden. Die Dämme erhalten eine horizontale Krone von 2·50 bis 3 *m* Breite, je nachdem sie für den Verkehr mit Wägen dienen sollen oder nicht.[1]

Die Krone der Dämme, wo dieselbe nicht mit Wägen befahren wird, sowie die wasserseitige Böschung der Dämme, soweit sie nicht abgepflastert ist und schliesslich die landseitige Böschung der Dämme sind mit einer 0·20 *m* starken Schichte guter Ackererde, welche mit der Handramme festgestampft wird, bedeckt, und mit Klee oder Gras besäet. Die Krone, soweit sie zur Befahrung mit Dämmen benützt wird, erhält eine 0·15 *m* starke Schichte reinen Schotters, dessen einzelne Stücke nach allen Seiten die Dimension von 4 *cm* nicht überschreiten. Derlei Beendigungsarbeiten sind in den Einheitspreisen für den Auftrag bereits berücksichtigt.

13. Aufschlichtung der aus den Demolizionen stammenden Steine. Abzüge im Falle der Uebergabe derselben an die Unternehmung.

Der Unternehmer ist verpflichtet alle Steinsätze, Mauern, Röste, Pflasterungen und andere Steinwerke, welche sich innerhalb des für das neue Flussbett bestimmten Raumes vorfinden, bis zu einer Tiefe von 1·50 *m* unter dem Niederwasserspiegel, abzutragen, welche Arbeit im Verzeichnis der Einheitspreise berücksichtigt ist. Der Unternehmer ist verpflichtet das abgebrochene Materiale zu sichten und das brauchbare in regelmässige Formen aufzuschlichten und nach Anordnung der Bauleitung diese Steine zu den Neubauten zu verwenden, wobei das gelieferte Materiale dem Unternehmer in Abzug gebracht wird.

14. Aushub unter Wasser.

Der Unternehmer ist verpflichtet, jeden Aushub unter Wasser über Anordnung der Bauleitung auch dann auszuführen, wenn derselbe im Voranschlag nicht inbegriffen gewesen sein sollte. Hiefür wird ihm die Entschädigung nach dem Verzeichnisse der Einheitspreise geleistet.

15. Herstellung der Strasse für den Materialtransport.

Der Unternehmer ist verpflichtet die bestehenden Fahr- und Feldwege umzugestalten, eventuell neue Zufahrtsstrassen herzustellen, wobei er soviel Schotter zu verwenden hat, als zur Befahrung der Strassen nothwendig ist. Dies ist selbstverständlich bereits in den Einheitspreisen für die einzelnen Arbeitsgattungen inbegriffen und fällt sammt den eventuellen Brückenherstellungen, Gerüsten etc. ausschliesslich zu Lasten des Unternehmers.

Trient, im October 1880.

Die k. k. Bauleitung der Etsch-Regulierung.

[1] Diese Bestimmungen sind, wie viele andere, durch die neuen Normalprofile vom Jahre 1886 zum Theile abgeändert worden.

J. Anhang: Die Kostenberechnung (Beispiel).

Kostenüberschlag für die Regulierung einer Strecke des Etsch-Flusses bei Acquaviva auf Grund des Projectes.

Das gegenwärtige Project betrifft die vollständige Ausführung der zur Herstellung der Regulierung erforderlichen Arbeiten. Das Project, auf welches sich hier bezogen wird, betrifft die rechtsseitige Ablenkung des gegenwärtigen Etsch-Flusses vom Matarello-Durchstich bis zum Durchstich bei Ischia Perotti auf eine Länge von 378 *m* und die Normalisierung des unmittelbar folgenden Flusstheiles auf eine Länge von 1361·50 *m*, daher auf eine Gesammtlänge von 1739·50 *m*, welche nach der Regulierungs-Trace gemessen sich auf 1697·50 *m* abkürzt.

Die auszuführenden Arbeiten sind nach der Epoche, in der sie zur Ausführung gelangen sollen, in zwei Theile getheilt:

A. Arbeiten der I. Periode.

Der erste Theil der Arbeiten betrifft die vollständige Ausführung der rechtsseitigen Dämme vom Profil 52 aufwärts bis zum Profile 11 auf eine Länge von 1357·50 *m*, die vollständige Ausführung einer Strecke des linksseitigen Dammes vom Profil 1 bis zum Profil 8 + 50 *m* auf eine Länge von 591·50 *m* mit den Vorgründen und Talus-Pflasterungen und den Aushub der Durchstichs-Cunette (Leitgraben) in der Mittelaxe der Regulierungs-Trace für die ganze Länge der Regulierung.

Es sind daher auszuführen:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
1. 61.153·73 m^3 Aushub im gemischten, aus Erde und Geschiebe bestehendem Boden bis zu einer Tiefe von 0·50 *m* unter dem Niederwasserspiegel, einschliesslich der Aufladung und Verführung bis auf 5 *m*	—·21	12842·28
Es wird hiebei bemerkt, dass als Niederwasser hier und in den folgenden Artikeln derjenige Wasserstand zu gelten hat, welcher dem Nullpunkt des Pegels von Lidorno entspricht.		
2. 1972·29 m^3 Abtragung von Steinsätzen und Pflasterungen im Trockenen, einschliesslich der Deponierung und Aufschlichtung des aus der Demolierung stammenden verwendbaren Materiales und Wegführung des nicht verwendbaren Materialrestes	—·31	611·41
3. 1534 m^3 Abtrag von Steinsätzen, Pflasterungen und anderer Mauerwerksarbeiten unter Wasser bis zu einer Tiefe von 1·50 *m* unter dem Niederwasserspiegel	—·74	1135·16
4. 19.600 m^3 Aufträge für die Formation des rechtsufrigen Dammes vom Profil 52 bis 11 bei Verwendung des aus den Aushüben stammenden Materiales, einschliesslich der nothwendigen Verführung	—·09	1764·05
5. 33.771·17 m^3 Aufträge für die Formation des linksufrigen Dammes vom Profil 1 bis 8 + 50 *m* mit dem aus den Aushüben und den Demolierungen stammenden Materiale	—·12	4052·54
6. 9031·15 m^3 Aufträge mit dem aus den Aushüben und den Demolizionen erübrigenden Materiale zur Hebung des rechtsufrigen Dammes des Durchstiches von Matarello bis zur Ischia Perotti oberhalb der hier behandelten Flussablenkung, einschliesslich der Materialzufuhr auf eine mittlere Distanz von 600 *m*	—·35	3160·90
7. 1000 m^3 Steinsätze und Steinwürfe aus grossen Blöcken aus dem von der Demolierung stammenden Steinmateriale	—·59	590·—
8. 8660·15 m^3 Steinsätze und Steinwürfe aus voluminösen, aus eigenen Brüchen zu gewinnenden Steinen	2·54	21996·78
9. 800 m^2 Pflasterungen, 0·5 *m* stark, zur Verkleidung der Dämme aus dem aus dem Aushub und der Demolierung stammenden Materiale	—·92	736·—
10. 1590·93 m^2 Pflasterungen, 0·5 *m* stark, aus Steinen, die durch die Herabsetzung der alten Steinsätze gewonnen werden	—·85	1352·29
11. 7106·49 m^2 Pflasterungen, 0·50 *m* stark, aus Steinen, die aus eigenen Brüchen gewonnen werden müssen	1·90	13502·33
12. 1714·28 m^2 Pflasterungen, 0·30 *m* stark, aus Steinen aus den Aushüben und Demolizionen .	—·64	1097·14
Fürtrag		62840·88

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
Uebertrag . .		62840·88
13. 9126·53 m^2 Pflasterungen, 0·30 *m* stark, mit aus eigenen Brüchen stammendem Materiale . . .	1·23	11225·63
14. 804·87 m^2 Pflasterungen, 0·20 *m* stark, aus Materiale aus den Aushüben und Demolierungen . .	—·50	402·43
15. 4222·88 m^2 Pflasterungen, 0·20 *m* stark, mit Steinen aus eigenen Brüchen	—·91	3842·82
16. Grundentschädigungen, welche nicht der Unternehmung zukommen.		
A. Summe der Kosten der Arbeiten der I. Bauperiode		78311·76

B. Arbeiten der II. Periode.

Hierin sind inbegriffen alle Arbeiten zur Beendigung des in Rede stehenden Regulierungsprojectes und daher die Herstellung desjenigen Theiles des linksseitigen Dammes, welcher das gegenwärtige Flussbett am Beginn der Strecke quer durchschneidet und der Dammstrecken am rechten und linken Ufer am Ende der zu regulierenden Strecke in Fortsetzung der Arbeiten, welche in der I. Bauperiode ausgeführt worden sind, einschliesslich der Steinvorgründe und Talus-Pflasterungen.

Diese Arbeiten sind folgende:

(NB. Nachdem diese Arbeiten dieselben Kategorien und Einheitspreise enthalten, wie diejenigen der I. Bauperiode, findet es der Verfasser nicht mehr nothwendig, weiter darauf einzugehen.)

Summarium:

A. Arbeiten der I. Bauperiode	fl.	78311·76
B. Arbeiten der II. Bauperiode	„	112018·38
Summa . .	fl.	190330·14

Trient, im Juli 1880.

K. k. Bauleitung der Etsch-Regulierung.

K. Die Baukosten der III. Etsch-Regulierungs-Section.

Der ursprüngliche Kostenvoranschlag für die III. Etsch-Section vom Jahre 1877 ist folgender:

Voranschlag über die von der unteren Etsch von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis Sacco bei Roveredo beantragten Flusscorrectionen.

1. Canalisierung von St. Michele bis zum Durchstiche von Ischia Wolkenstein auf eine Länge von 9·873 *km*	460.000 fl.
2. Regulierung des Avisio-Wildbaches .	350.000 „
3. Etsch-Durchstich Ischia Wolkenstein 1380 *m* lang	240.000 „
4. Flussregulierung vom Durchstiche Ischia Wolkenstein bis zum Beginne des Centa-Durchstiches 3·34 *km*	80.000 „
5. Erhöhung der Binnendämme im Lidorno-Durchstiche	33.000 „
6. Erweiterung des Matarello-Durchstiches	87.000 „
7. Correction der Etsch-Strecke von Acquaviva gegen Calliano	160.000 „
8. Etsch-Durchstich Besenello-Calliano .	300.000 „
9. Herstellungen am Ross-Bach und am Nomi-Durchstiche	30.000 „
10. Flusscorrection von Nomi gegen Sacco	50.000 „
11. Fortsetzung des Gerinnes für den Noce-Bach durch das Auflandungsbecken bei Mezzolombardo	60.000 „
12. Für Aufforstungen in den Seitenthälern, kleinere Thalsperren etc.	100.000 „
13. Für Verfassung der Detailprojecte, Bauleitung und Bau-Aufsicht durch eine 20-jährige Bauzeit	50.000 „
Entfällt auf eine Länge von 43 *km* eine approximative Gesammtsumme von	2,000.000 fl.

Innsbruck, im September 1877.

Semrad m. p.

Diese Bausumme von 2,000.000 fl. ist auch dem Landesgesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26, zugrunde gelegt.

Die Ansprüche an die Regulierung wuchsen inzwischen. Man wollte sich bald nicht mehr mit der Corrigierung der wichtigsten Abflusshindernisse begnügen, wie dies das Semrad'sche Project beabsichtigte, sondern verlangte die reguläre Herstellung eines hochwasserfreien Gerinnes, durch welches eine Ueberschwemmung überhaupt verhindert würde.

Insbesondere brach sich diese Auffassung der nationalökonomischen Bedürfnisse nach der Ueberschwemmung des Jahres 1882 allgemein, namentlich in den maassgebenden politischen Regierungskreisen und den legislativen Vertretungen Bahn, so dass nunmehr zur Vorbereitung der diesbezüglichen Regierungsvorlage ein Ergänzungsproject im Sinne der vollkommen veränderten technischen Grundsätze ausgearbeitet wurde.

Auf Grund dieses Ergänzungsprojectes, dessen Kostenaufwand einschliesslich aller seit 1879 bewerkstelligten Arbeiten 4,741.400 fl. für die III. Section betrug, wurde das neue Etsch-Gesetz vom 11. September 1886 geschaffen, wobei die Ueberprüfung des Projectes rücksichtlich der Erfahrungen, die anlässlich des nach Verfassung des Projectes eingetretenen grossen Hochwassers vom Jahre 1885 gemacht worden sind, vorbehalten wurde.

Wie bereits erwähnt wurde, zeigte sich bei dieser durch die öfters schon erwähnte Revisions-Commission vorgenommenen Ueberprüfung eine Erweiterung der Durchflussprofile in der III. Section nothwendig, woraus die Nothwendigkeit der Umarbeitung dieses Projectes hervorgieng.

Seit dem Inslebentreten des Gesetzes vom Jahre 1879 bis Ende 1886 wurde die Avisio-Sperre und die wichtigsten Arbeiten an der Etsch von Trient abwärts einschliesslich des Fersina und des Leno mit dem Kostenaufwande von 1,800.623 fl. bewerkstelligt, so dass von dem ganzen disponiblen Baucredite nach den Gesetzen vom Jahre 1879 und 1886 per 4,741.400 fl. mit dem 1. Jänner 1887 nur noch der Betrag von 2,940.777 fl. zur Verfügung stand.

Das von der Bauleitung der III. Section vorgelegte umgearbeitete Ergänzungsproject vom Jahre 1887 wurde im Auftrage der hohen k. k. Ministerien des Ackerbaues und des Innern vom Verfasser einer eingehenden localen Ueberprüfung an der Hand der Pläne und unter Berathung mit den wichtigsten Interessenten und den erfahrensten Fachmännern unterzogen, worauf der Verfasser vom 1. Jänner 1887 ab noch folgende Arbeiten für vorläufig unerlässlich erklärte, wenn der Zweck der Regulierung, nämlich die Sicherung des Etsch-Thales vor Ueberschwemmungen, nicht aufgegeben werden sollte.

A. Fluss-Regulierungsarbeiten:

I. und II. Baulos, von der Michaeler Bahnbrücke bis zur Noce-Mündung	818.000 fl.
III. Baulos, Durchstich Ischia Wolkenstein	167.000 „
IV. Baulos zwischen dem Ischia Wolkenstein- und dem Centa-Durchstiche	256.500 „
V. Baulos, Durchstich von Centa und Briamasco	250.000 „
VI. Baulos, zwischen dem Briamasco- und Virginia-Durchstiche	137.000 „
VII. Baulos, Virginia-Durchstich	30.000 „
VIII. Baulos, Durchstich von Lidorno . .	70.000 „
IX. und X. Baulos, Durchstich von Ischia Perotti bis Acquaviva und Normalisierung unterhalb Acquaviva	189.000 „
Fürtrag . .	1,917.500 fl.

Uebertrag . .	1,917.500 fl.
XI. Baulos, Normalisierung nächst der Ischia Fedrigazza	23.000 „
XII. Baulos, Durchstich Besenello-Calliano	69.000 „
XIII. Baulos, zwischen dem Calliano- und dem Nomi-Durchstiche	11.400 „
XIV. Baulos, Durchstich von Nomi	49.000 „
XV. Baulos, Durchstich zwischen Nomi und Chiusole	105.000 „
XVI. Baulos, zwischen Chiusole und der Villa-Brücke	182.000 „
XVII. Baulos, von der Villa-Brücke bis Sacco	130.000 „
XVIII. Baulos, von Sacco bis zur Leno-Mündung	70.000 „
XIX. Baulos, Regulierung der Leno-Mündung	—
XX. Baulos, Avisio-Regulierung	107.500 „
B. Hauptabzugsgräben	300.000 „
C. Baggerungen in der Etsch	130.000 „
D. Regie (1887 bis 1895)	160.000 „
E. Erhaltung der Bauten in der Zeit vom Jahre 1887 bis 1895	154.000 „
Summa . .	3,408.400 fl.

Da diesem Kostenbetrage von	3,408.400 fl.
ein disponibles Baucapital von bloss	2,940.777 „
gegenüberstand, ergab sich ein unbedeckter Abgang von	467.623 „

Da eine neue Gesetzesnovelle rücksichtlich der Bedeckung dieses Betrages unter den momentanen Verhältnissen des Staatsschatzes vorläufig nicht in Aussicht genommen werden wollte, hatte der Verfasser die Aufgabe, aus dem Gesammtprojecte im Betrage von 3,408.400 fl. ab 1. Jänner 1887 diejenigen Arbeiten auszuscheiden, welche am ehesten vorläufig entbehrt werden könnten, worauf sich folgender Voranschlag ab 1. Jänner 1887 ergab:

A. Etsch-Regulierungsbauten:

I. und II. Baulos	818.000 fl.
III. Baulos	167.000 „
IV. „	256.500 „
V. „	150.000 „
VI. „	130.000 „
VII., VIII., IX. und X. Baulos	50.000 „
XI., XII. und XIII. Baulos	56.000 „
XIV. Baulos	20.000 „
XV. „	90.000 „
XVI. „	151.777 „
XVII. „	130.000 „
XVIII. „	70.000 „
XX. „	107.500 „
B. Hauptabzugsgräben	300.000 „
C. Baggerungen	130.000 „
D. Regie	160.000 „
E. Erhaltung	154.000 „
Summa . .	2,940.777 fl.

welcher Betrag mit dem ab 1. Jänner 1887 verfügbaren Creditrest identisch ist.

Diese letzte Zusammenstellung bildet daher den gegenwärtigen Kostenvoranschlag für die III. Section.

L. Die Kosten-Repartition auf die einzelnen Interessenten.

Zu den auf Grund der Landesgesetze vom 23. April 1879 und 11. September 1886 mit 4,741.400 fl. festgesetzten Baukosten der III. Etsch-Regulierungs-Section leistet der Staat einen Beitrag von 600.000 fl., das Land Tirol einen solchen von 400.000 fl.

Die Etsch-Genossenschaft der III. Section, beziehungsweise die in diese Genossenschaft beigezogenen Privat-Interessenten haben einschliesslich der Südbahn den Rest zu decken.

Hierin sind alle Interessenten inbegriffen, deren Grundstücke und Liegenschaften nicht mindestens 1 *m* über dem Hochwasserstande vom Jahre 1868 gelegen sind.

Die Grösse dieses Concurrenzgebietes ist aus Tafel 26 zu entnehmen. Aus den Querprofilen des ganzen Etsch-Thales, Tafel 25, ist auch die Lage der Grundstücke zum Hochwasserstande deutlich zu entnehmen.

Die Concurrenzbestimmung in der III. Etsch-Regulierungs-Section ist in folgender Weise festgesetzt worden:

Die vom Etsch-Fonde bereits ausgeführten und noch auszuführenden Regulierungswerke in der III. Section sind als Schutz-, Regulierungs- und als Entwässerungsarbeiten anzusehen. Sie sind Schutzwerke, insoweit durch sie ausser den Ueberschwemmungen auch die Abbrüche und die Vermurrung der Grundstücke verhindert wird; sie sind Regulierungswerke, insoweit durch einen geregelten Flusslauf der vollständige, rasche und unschädliche Ablauf der Hochwässer im Flussbette selbst gesichert wird; sie sind Entwässerungsarbeiten, insoweit durch eine Tieferlegung des Flusswasserspiegels auch das Niveau des Grundwassers gesenkt und für den Ablauf der Binnenwässer die Vorflut beschafft wird.

Vor Ausführung der Regulierung waren die am meisten gefährdeten Grundstücke diejenigen, welche nicht nur zuerst überschwemmt wurden, sondern auch gegen den Abbruch und die Vermurrung nicht geschützt waren. Einer geringeren Beschädigung waren diejenigen Grundstücke ausgesetzt, welche der Ueberschwemmung infolge von Dammbrüchen ausgesetzt waren, infolge ihrer besonderen Lage jedoch nicht nennenswert mit den Geschieben des Flusses überdeckt werden konnten.

In letzter Linie konnten jene Grundstücke beschädigt werden, welche infolge ihrer Entfernung vom Flusse und ihrer Höhenlage nur selten überschwemmt und hauptsächlich nur durch Mangel an Vorflut, Rückstau und Sickerwässer deterioriert wurden.

Nach diesen Grundsätzen wurden die Grundstücke des Territoriums in drei Hauptkategorien getheilt.

Die I. Kategorie enthält Grundstücke, welche sowohl von Abbrüchen als Vermurrungen bedroht sind, und welche zuerst überschwemmt wurden infolge der Richtung der Flussströmung und der Unregelmässigkeit des Flusslaufes, sowie infolge des Mangels oder der Unzulänglichkeit der Uferschutzwerke. In dieser I. Kategorie sind also Grundstücke enthalten, welche theilweise oder ganz der Zerstörung ausgesetzt waren.

Der II. Kategorie wurden Grundstücke zugewiesen, welche zwar nicht mehr durch Abbruch und Verschotterung gefährdet waren, welche aber immer noch durch feineres Geschiebe verschlämmt, dann auch überschwemmt wurden und auch durch Mangel an Vorflut und durch Rückstau zu leiden hatten. In dieser Gefahr sind insbesondere jene Grundstücke dieser II. Kategorie, welche nicht ganz oder theilweise zerstört werden können, sondern bloss vorübergehend derart beschädigt werden können, dass der Bodenertrag eines oder mehrerer Jahre verloren gehen würde.

Die III. Kategorie besteht aus Grundstücken, welche wegen ihrer Entfernung vom Flusse und ihrer relativ günstigen Höhenlage nur gelegentlich ausserordentlicher Hochwässer überschwemmt werden konnten, im übrigen aber bloss durch Versumpfung, Rückstau und Sickerwässer bedroht waren.

Nachdem für die II. und III. Kategorie der Grad des durch die Regulierung abgewendeten Schadens oder gebrachten Vortheiles hauptsächlich von der relativen Höhenlage abhängt, so wurden die Grundstücke dieser beiden Kategorien derart getheilt, dass ihre Grenze in der halben Höhe zwischen dem

äussersten Concurrenz-Perimeter und der Grenze der I. Kategorie zu liegen kam. Nachdem der Gefällsunterschied zwischen diesen zwei Linien ein wechselnder ist, haben die derart ausgemittelten Zonen eine wechselnde Breite.

Bei der praktischen Ausmittlung dieser Grenze zwischen der II. und III. Kategorie auf Grund der relativen Höhenlage der Grundstücke gegen das Flussbett wurde sichergestellt, dass diese Linie im grossen und ganzen mit der Inundationsgrenze des Hochwassers vom Jahre 1868 übereinstimmt, so dass diese letztere Linie im allgemeinen als Grenze der II. und III. Kategorie belassen werden kann, und die III. Kategorie aus jenen Grundstücken besteht, welche von der 1868er Ueberschwemmungsgrenze angefangen sich bis zu 1 *m* über dieselbe erheben.

Würden jedoch bloss diese drei Hauptkategorien angenommen werden, so würde noch keine genügende Rücksicht auf die erheblichen Unterschiede genommen werden können, welche in Hinsicht auf die Gefährdung zwischen den Grundstücken einer und derselben Kategorie immer noch bestehen.

Demgemäss wird jede Kategorie noch in zwei Classen getheilt und angenommen:

Kategorie I, Classe a: für Grundstücke, welche längs der ganz ungeschützten und der grössten Strömung ausgesetzten Flussufer liegen;

Kategorie I, Classe b: für Grundstücke, welche längs der Flussufer liegen und durch Uferschutzwerke nicht hinreichend gesichert sind;

Kategorie II, Classe a: für Grundstücke in den Niederungen, welche noch der Versandung und Verschlämmung mit feineren Geschieben, sowie der Ueberschwemmung ausgesetzt sind und welche durch Rückstau und mangelnde Vorflut leiden;

Kategorie II, Classe b: für Grundstücke, welche der Ueberschwemmung und Verschlämmung nur bei grösseren Hochwässern ausgesetzt sind, welche der Vorflut, sei es infolge eines günstigen Grundes oder Untergrundes, sei es infolge bestehender Canäle nicht ganz beraubt sind.

Diese Classe erstreckt sich nicht über die Höhe des 1868er Hochwassers hinaus.

Kategorie III, Classe a: für Grundstücke, welche der Ueberflutung nur bei ausserordentlichen Hochwässern ausgesetzt sind und einer Vorflut und regelrechten Entwässerung entbehren;

Kategorie III, Classe b: für Grundstücke, welche von der Regulierung einigen Nutzen noch dadurch erfahren, weil sie von ausserordentlichen Hochwässern noch dadurch beschädigt werden können, dass der Grund vernässt und die Wurzeln der Pflanzen zu stark angefeuchtet werden.

Dieses Terrain bildet den Uebergang zu denjenigen Grundstücken, welche zur Concurrenz nicht mehr herangezogen werden können.

Auf Grund dieser Kriterien wurde die Einclassierung der Grundstücke bewerkstelligt und in den Concurrenz-Cataster-plan eingetragen.

Die Beitragsleistung der einzelnen Classen wurde dermaassen geregelt, dass dieselbe nach dem folgenden Percentsatze zu erfolgen hat. Für die

Classe	Ia	80 %
	b	70 %
	c	60 %
Classe	IIa	50 %
	b	40 %
	c	30 %
Classe	IIIa	20 %
	b	10 %

Diese Concurrenz-Classeneintheilung ist in Tafel 26 dargestellt.

Nach Einreihung sämmtlicher Concurrenzgründe in die betreffende Concurrenzclasse hat man deren Wert mit dem betreffenden Percentsatze multipliciert und hiedurch den sogenannten Classenwert ermittelt, von welchem die Beitragsleistung für alle Grundstücke in gleichem relativen Betrage berechnet wird.

Bei den Häusern hat man nur das Zehntel des Classenwertes angenommen, weil ihr Wert im Verhältnisse zu dem der Gründe bei directer Schätzung ein zu hoher gewesen wäre.

Die Kosten-Repartition für eine Concurrenzumlage von 20.000 fl. ergibt sich aus dem nachstehenden Tableau.

Repartitions-Tableau der Concurrenz der Privat-Interessenten in der III. Section (St. Michele-Sacco).

Nro.	Gemeinde	Flächenausdehnung der Bauten		Flächenausdehnung der Grundstücke		Schätzungswert		Classenmässig reduciertes Concurrenzcapital		Concurrenzquote	
		Joch	Qu.-Kl.	Joch	Qu.-Kl.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
1	St. Michele	—	—	179	1393	54.440	46	28.567	20	293	44
2	Nave St. Rocco	3	1192	922	45	216.203	05	99.306	77	1.020	07
3	Grumo	—	343	182	1382	73.547	98	26.807	41	276	02
4	Mezzolombardo	—	248	146	1477	90.467	68	14.186	11	145	72
5	Lavis	—	636	609	1368	238.278	42	92.753	33	952	76
6	Zambana	—	—	126	726	21.029	67	7.822	26	80	35
7	Gardolo	3	794	719	1483	461.198	50	149.330	82	1.533	92
8	Trento	24	1594	1399	1069	2,863.504	73	384.387	90	3.948	43
9	Ravina	—	441	286	800	110.431	04	38.019	61	390	54
10	Romagnano	—	318	411	630	251.651	50	114.616	48	1.177	34
11	Matarello	—	551	851	531	467.920	03	226.426	17	2.325	85
12	Aldeno	—	1380	852	946	594.962	85	307.932	01	3.163	07
13	Besenello	—	212	230	1338	123.607	58	61.281	33	629	48
14	Calliano	—	102	92	1382	54.746	31	21.827	98	224	21
15	Nomi	2	1241	287	599	385.167	01	124.896	48	1.282	93
16	Pomarollo	1	486	52	1016	50.621	01	11.639	45	119	56
17	Villa Lagarina	—	230	47	344	50.240	28	10.892	94	111	89
18	Volano	—	538	437	98	334.465	55	137.799	94	1.415	48
19	Piazza	—	16	28	788	21.602	47	5.234	82	53	77
20	Nogaredo	—	70	39	1490	36.099	45	10.159	40	104	36
21	Brancolino	—	—	50	476	58.014	11	14.659	45	150	78
22	Marano	—	—	31	556	27.123	59	6.959	83	71	49
23	Isera	—	105	11	1583	5.810	98	1.580	06	16	23
24	Roveredo	—	479	152	621	110.717	71	42.786	33	439	50
25	Sacco	1	214	41	604	64.027	94	7.204	57	74	—
	Summa . .	40	1590	8193	345	6,765.947	90	1,947.142	65	20.000	24

M. Directe Wassermessungen an der Etsch in Tirol.

Die an der Etsch in Tirol bisher ausgeführten directen Geschwindigkeits-Messungen in Verbindung mit der Berechnung der durchfliessenden Wassermengen bestehen theils in Messungen der Oberflächen-Geschwindigkeit mittels Schwimmern, theils in directen Messungen der mittleren Fluss-Geschwindigkeit mit Hilfe von Schwimmstäben.

Es versteht sich von selbst, dass die hieraus erzielten Resultate allenfalls dem Zeitpunkte entsprachen, in dem das Etsch-Regulierungsproject Semrad's entstand, dass aber bei dem heutigen Standpunkte der hydrometrischen Wissenschaft unbedingt Geschwindigkeits-Messungen mit neuartigen Apparaten, insbesondere dem Woltmann'schen Flügel und die Verwertung der erhaltenen Resultate nach den bekannten Methoden Grebenau's, Harlacher, Humphrey's und anderer unbedingt erforderlich wäre, um auf sicheren Resultaten zu bauen und nicht mit unsicheren und schwankenden Coëfficienten zu operieren.

Solche Messungen, die an den verschiedensten Stellen des Flusses und auch in den Nebenflüssen bei allen Wasserständen, insbesondere aber bei den grössten Hochwässern stattfinden mussten, erfordern ein eigenes Personale, indem das äusserst beschränkte Ingenieur-Corps der Etsch-Regulierung bei Hochwässern im Dammvertheidigungsdienste vollkommen aufgeht, bei gewöhnlichen Wasserständen aber mit dem laufenden technischen Dienste so überbürdet ist, dass an die Anstellung wissenschaftlicher Untersuchungen, die viel Zeit erfordern, nicht gedacht werden kann.

Aus diesen Gründen hat auch der Verfasser gelegentlich der im Jahre 1891 gestellten Anträge für die Errichtung eines meteorologischen und hydrographischen Beobachtungsdienstes im Etsch-Gebiete dafür vorgesehen, dass mit den hydrographischen Arbeiten eigene Ingenieure betraut werden, die durch den laufenden Dienst den mehr wissenschaftlichen Arbeiten nicht entzogen werden sollen und dürfen. Auch wurde für Anschaffung einer entsprechenden Anzahl von Garnituren der neuesten Apparate Harlacher's Vorsorge getroffen.

Obwohl die bisher stets für einzelne Bau-Objecte der Etsch-Regulierung gebundenen Credite einen freien Spielraum für wissenschaftliche Untersuchungen nicht zuliessen, so steht doch zu hoffen, dass denselben in Hinkunft die gebürende Würdigung zutheil werden und dass nachgetragen werden wird, was frühere Generationen in dieser Richtung versäumt haben. Von den gepflogenen directen Wassermessungen sind die wichtigsten diejenigen des Oberbaurathes Semrad, weil die Resultate derselben dem Etsch-Regulierungsprojecte für die Strecke von Gmund bis Sacco, indirect also für die ganze Etsch-Regulierung mit Ausnahme der Strecke Bozen—Meran, welche gelegentlich des Baues der Bozen-Meraner Bahn selbständig behandelt worden ist, maassgebend geworden sind.

A. Die Wassermessungen Semrad's vom Jahre 1877.

Semrad wählte für diese Wassermessungen die Etsch-Strecke bei der Branzoller Ueberfuhr unterhalb der Einmündung des Eisack, wo die Wässer selbst bei höchstem Stande in einem geregelten Profile eingeschlossen bleiben.

Das Querprofil der Etsch, welches aus Tafel 53 zu entnehmen ist, wurde genau aufgenommen und behufs Flächenberechnung in 20 Lamellen a, b, c, . . . bis w von 0·7 bis 4 *m* Breite getheilt.

Um die zu jeder dieser Lamellen des Wasserquerschnittes dazu gehörige mittlere Geschwindigkeit des Wassers zu erlangen wurde vorerst für den Wasserstand von 0·95 über Null die Messung der Oberflächen-Geschwindigkeit mit Flaschen-Schwimmern vorgenommen. Hiezu wurde das zu beobachtende normale Querprofil im Terrain mit Stäben markiert und eben so wurden auch 70 *m* flussaufwärts und 70 *m* flussabwärts zwei Profile abgesteckt. Nun wurden von Barken aus Schwimmer oberhalb des obersten Profiles ins Wasser gesetzt und ihr Durchgang durch die beiden Randprofile beobachtet, was dadurch geschah, dass am Ufer ein Messtisch mit der Aufnahme der ganzen Flusstrecke im Maasstabe von 1 zu 500 aufgestellt und von demselben aus jeder Schwimmer in dem Augenblicke angeschnitten wurde, in dem er die beiden von zwei Beobachtern besetzten Randprofile passierte, was durch ein Zeichen dem Beobachter am Messtisch ersichtlich gemacht wurde.

Hiedurch erhielt man in der Messtischaufnahme die Durchgangspunkte jedes Schwimmers durch die Randprofile und durch die Verbindung der beiden Punkte denjenigen Punkt im Hauptprofil, auf welchen sich die betreffende Schwimmerbeobachtung bezog. Die Weglänge jedes Schwimmers zwischen den beiden 140 *m* von einander entfernten Randprofilen schwankte bei der Regelmässigkeit der Flusstrecke nur in nicht merkbarer Weise. Die Zeit, welche die einzelnen Schwimmer zur Zurücklegung dieses Weges brauchten, schwankte je nach der Entfernung der Schwimmer vom Stromstriche zwischen 66 und 159 Secunden, woraus sich durch Division die Oberflächen-Geschwindigkeiten zwischen 0·880 und 2·121 *m* pro Secunde ergaben.

Diese Geschwindigkeiten wurden an den betreffenden Stellen des Querprofiles als Ordinaten graphisch aufgetragen, woraus sich die in Tafel 53 ersichtliche schwankende Polygonale ergab. Nachdem diese Schwankungen offenbar nur die Folgen von unvermeidlichen Beobachtungsfehlern waren, so wurde diese Polygonale durch eine ausgeglichene Curve ersetzt, welche offenbar die Curve der Oberflächen-Geschwindigkeiten darstellt. Die Ordinaten dieser Curve in der Mitte jeder der Wasserquerschnitts-Lamellen a, b, c . . . bis w geben die zu diesen Lamellen gehörigen Oberflächen-Geschwindigkeiten.

In derselben Weise wurde die Curve der Oberflächen-Geschwindigkeit auch für den Wasserstand von 1·95 *m* über Null, also einem mittlerem Sommerhochwasser bestimmt und in Tafel 53 aufgetragen.

Um nun die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in den einzelnen Lamellen des beobachteten Querprofiles zu erhalten, wurden Messungen mit hydrometrischen Stäben ausgeführt, welche aus vertical gestellten hohlen Röhren aus Eisenblech von etwa 15 *cm* im Durchmesser bestanden und welche mit Wasser derartig ausbalanciert waren, dass sie sich schwimmend in senkrechter Lage erhielten.

Die so gewonnenen Resultate wurden in analoger Weise, wie früher im beobachteten Querprofile als senkrechte Ordinaten in den betreffenden Entfernungen vom Flussufer aufgetragen und die erhaltene Polygonale durch eine glatt verlaufende Curve ausgeglichen, wie dies in Tafel 53 ersichtlich ist. Auch diese Beobachtungen wurden sowohl für den Wasserstand von 0·95 als für denjenigen von 1·95 *m* über Null ausgeführt.

Die Resultate der Beobachtungen bei dem Wasserstande von 0·95 *m* über Null, sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle zur Ermittlung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers bei Branzoll bei einem Wasserstande von 0·95 *m* über Null.

Lamelle	Wasserquerschnitt: Tiefe (Meter)	mittlere Tiefe (Meter)	Länge (Meter)	Fläche (Qu.-M.)	Mittlere Geschwindigkeit des hydraulischen Stabes in *m* per Secunde	Wassermenge entsprechend der mittleren Geschwindigkeit in *m*³	Oberflächen-Geschwindigkeit in *m* per Secunde	Product aus der Oberflächengeschwindigkeit und dem Wasserquerschnitt
Ufer	0·00							
a	0·60	0·30	2·90	0·87	0·25	0·22	0·29	0·25
b	1·10	0·75	2·00	1·50	0·53	0·80	0·61	0·92
c	2·35	1·83	3·00	5·49	0·89	4·89	0·99	5·43
d	2·15	2·58	5·00	12·90	1·40	18·06	1·53	19·74
e	2·40	2·50	2·00	5·00	1·71	8·55	1·82	9·10
f	2·20	2·30	4·00	9·20	1·82	16·74	1·96	18·03
g	1·90	2·05	4·00	8·20	1·86	15·25	2·04	16·73
h	1·85	1·88	4·00	7·52	1·85	13·91	2·05	15·42
i	1·70	1·78	4·00	7·12	1·84	13·10	2·05	14·60
k	1·70	1·70	2·00	3·40	1·82	6·19	2·05	6·97
l	1·60	1·65	4·00	6·60	1·81	11·94	2·05	13·53
m	1·55	1·56	4·00	6·24	1·78	11·12	2·03	12·67
n	1·60	1·56	4·00	6·24	1·75	10·92	1·99	12·42
o	1·60	1·60	8·00	12·80	1·68	21·50	1·91	24·45
p	1·40	1·50	4·00	6·00	1·60	9·60	1·80	10·80
q	1·35	1·38	4·00	5·52	1·53	8·45	1·71	9·44
r	1·55	1·45	4·00	5·80	1·44	8·35	1·60	9·28
s	1·50	1·53	2·00	3·06	1·35	4·13	1·49	4·56
t	1·35	1·43	2·00	2·86	1·27	3·63	1·37	3·92
u	1·40	1·37	1·00	1·37	1·18	1·62	1·22	1·67
v	1·25	1·32	1·00	1·32	1·00	1·32	1·03	1·36
w	0·00	0·63	1·00	0·88	0·60	0·53	0·77	0·68
			72·3	119·89		190·82		211·97

Hieraus ergibt sich für das ganze Profil die mittlere Oberflächen-Geschwindigkeit

$$V_o = 211{\cdot}97 : 119{\cdot}89 = 1{\cdot}768 \; m \text{ per Sec.}$$

Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im ganzen Profile

$$V_m = 190{\cdot}82 : 119{\cdot}89 = 1{\cdot}591 \; m \text{ per Sec.}$$

Das Verhältnis der Oberflächen-Geschwindigkeit zur mittleren Geschwindigkeit beträgt daher

$$V_m : V_o = 1{\cdot}591 : 1{\cdot}768 = 0{\cdot}899$$

und das Verhältnis zur grössten Oberflächen-Geschwindigkeit

$$1{\cdot}591 : 2{\cdot}05 = 0{\cdot}776.$$

Der mittlere hydraulische Radius

$$R = \frac{119{\cdot}89}{73{\cdot}2} = 1{\cdot}64.$$

Das Gefälle des Wasserspiegels beim Wasserstande von 0·95 *m* über Null ist

$$J = 0{\cdot}000836 = 0{\cdot}836\permil.$$

Dieselben Untersuchungen für den Wasserstand von 1·95 *m* über Null ergaben die mittlere oberflächliche Geschwindigkeit

$$V_o = 2{\cdot}454 \; m,$$

die mittlere Geschwindigkeit der ganzen Wassermenge

$$V_m = 2{\cdot}207 \; m.$$

Das Verhältnis der letzteren zur ersteren ist daher

$$V_m : V_o = 2{\cdot}207 : 2{\cdot}454 = 0{\cdot}899$$

und dasjenige zur grössten oberflächlichen Geschwindigkeit

$$2{\cdot}207 : 3{\cdot}03 = 0{\cdot}728.$$

Die mittlere Wassertiefe

$$R = \frac{194{\cdot}28}{72} = 2{\cdot}49 \; m,$$

das Gefälle

$$J = 0{\cdot}001007.$$

Hällt man diese Resultate mit dem Umstande zusammen, dass bei der hydraulischen Tiefe = Null, sowohl die Wassermenge, als auch der Wasserquerschnitt und die Geschwindigkeit = Null ist, so lassen sich von diesem Nullpunkte ausgehend drei Curven, nämlich diejenige der mittleren Geschwindigkeiten, der Wasserquerschnitte und der Wassermengen construieren, wie dies in Tafel 53 ersichtlich ist.

Die Resultate der aus den Wassermessungen bei der Branzoller Ueberfuhr gewonnenen und in Tafel 53 dargestellten Daten sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

Pegelstand in Branzoll in *m*	Wasserquerschnitt in *m*² = q	Benetzter Umfang in *m* = p	Hydraulische Tiefe in *m* $R = \frac{q}{p}$	Mittlere Geschwindigkeit in *m* = v	Wassermenge in *m*³ M = q v	Gefälle J	Grösste Wassertiefe
— 0·5	18·0	54·5	0·35	0·58	10·5		0·7
∓ 0·0	50·0	67·0	0·75	0·96	48·0		1·2
+ 0·5	84·0	70·5	1·19	1·29	108·5		1·7
0·95	116·3	73·0	1·59	1·591	184·9	0·00084	
1·0	121·0	73·0	1·64	1·62	196·0		2·2
1·5	157·5	75·5	2·08	1·94	305·5		2·7
1·95	190·7	77·6	2·46	2·207	421·4	0·001009	
2·0	195·0	78·0	2·50	2·23	435·0		3·2
2·5	233·0	80·2	2·91	2·51	585·0		3·7
3·0	272·0	82·4	3·32	2·78	756·0		4·2
3·5	312·5	84·6	3·71	3·05	953·0		4·7
4·0	355·0	86·7	4·09	3·32	1179·0		5·2
4.5	397·5	88·7	4·45	3·57	1419·0		5·7

Zu diesen Wassermengen muss noch bemerkt werden, dass bei Branzoll die Pegelstände nachstehende Bedeutung haben:

Bezeichnung des Wasserstandes	Pegelstand	Wassermenge in *m*³ per Secunde
Niederwasser	0·1 über Null	45
Mittelhochwasser . .	2·8 „ „	560
1868er Hochwasser .	4·1 „ „	1200

Werden diese Resultate mit den aus den gegebenen Factoren nach den Formeln von Bazin und Ganguillet und Kutter berechneten Resultaten verglichen, so ergibt sich Nachstehendes; wobei $V = C\sqrt{RJ}$.

Art der Erhebung der mittleren Geschwindigkeit	0·95 *m* über dem Nullpunkt		1·95 *m* über dem Nullpunkt		Bemerkung
	Coëfficient C	Geschwindigkeit V	Coëfficient C	Geschwindigkeit V	
Directe Messung mittelst Stäben	43·3	1·591	43·4	2·207	—
Ableitung aus der Oberflächen-Geschwindigkeit V_o	41·9	1·538	42·0	2·135	$V = 0{\cdot}87\, V_o$
Nach Bazin Kat. IV.	44·7	1·640	48·7	2·474	$\alpha = 0{\cdot}00028,\ \beta = 0{\cdot}00035$
„ „ „ V.	34·9	1·281	38·2	1·941	$\alpha = 0{\cdot}0004,\ \beta = 0{\cdot}0007$
Mittel aus Kat. IV. und V.	—	1·460	43·4	2·207	—
Nach Ganguillet und Kutter Kat. V. . . .	43·4	1·593	46·9	2·380	n = 0·025
„ „ „ „ „ VI. . . .	36·3	1·332	39·3	1·996	n = 0·03
„ „ „ „ „ Mittel . .	—	1·462	43·1	2·188	—
(Nach Hagen)	—	1·024	—	1·318	—

Aus dieser Tabelle geht Nachstehendes hervor:

1. Dass die Formeln von Bazin und Ganguillet und Kutter in ihrer Anwendung auf die Etsch nur wenig von einander abweichende Resultate geben.

2. Dass die Berechnung der Flussgeschwindigkeiten für die Wasserstände, bei welchen die Flüsse kein oder wenig Geschiebe führen, also für Niederwasser, unter Annahme des Rauhigkeitsgrades von Kategorie IV nach Bazin oder von Kategorie V nach Kutter, dann für die mittleren Hochwasserstände unter Annahme der mittleren Rauhigkeitsgrade von Kategorie IV und V nach Bazin oder von V und VI nach Kutter und nur für die grösseren und grössten Hochwasserstände, bei welchen die Flüsse einen wildbachartigen Charakter besitzen und viel Geschiebe führen, unter Annahme der Rauhigkeitsgrade von Kategorie V nach Bazin oder VI nach Kutter zu erfolgen hat.

3. Dass demnach die im Projecte für die Etsch-Regulierung von Semrad angegebenen Wassermengen, welche sämmtlich unter Annahme des Rauhigkeitsgrades der Kategorie V nach Bazin berechnet wurden, zu klein erhalten worden sind, daher auch der gewöhnliche Hochwasserstand im neuprojectierten Gerinne (1876) etwas höher ansteigen dürfte, als angenommen wurde.[1]

Diese Differenzen, welche Oberbaurath Semrad kannte, wurden von ihm offenbar unterschätzt, was dadurch begreiflich wird, dass derselbe die Wassermessungen erst nach Beendigung seines Regulierungsprojectes gewissermaassen nur zur Controle anstellen liess und ihnen nicht so viel Gewicht beilegte, um das Project darnach abzuändern.

[1] Diese Angaben verdankt der Verfasser der freundlichen Mittheilung des Herrn k. k. Baurathes Mayrhofer in Innsbruck, welcher bei den Wassermessungen des Oberbaurathes Semrad seinerzeit mitgewirkt hat.

B. Die Messungen der Oberflächen-Geschwindigkeit der Etsch bei Trient.

Herr Ingenieur Apollonio hat an der Etsch bei Trient, und zwar 72 *m* oberhalb der St. Lorenzo-Brücke, Messungen der Oberflächen-Geschwindigkeit mit Schwimmern bei neun verschiedenen Wasserständen angestellt und zwar bei den Wasserständen von — 0·35 *m*, — 0·08 *m* unter dem Nullpunkt des Pegels, sowie bei den Wasserständen von + 0·08, + 0·26, + 0·78, + 1·66, + 2·38, + 4·38 und + 5·20 *m* über dem Pegel-Nullpunkt.

Die Resultate dieser höchst interessanten und wichtigen Messungen sind in Tafel 87, Fig. 4, graphisch dargestellt.

Man ersieht daraus, dass bei den folgenden Pegelständen nachstehende maximale Oberflächen-Geschwindigkeiten beobachtet worden sind:

Pegelstand bei St. Lorenzo in *m*	Maximale Oberflächen-Geschwindigkeiten in *m* per Sec.
— 0·35	1·23
— 0·05	1·36
+ 0·08	1·40
+ 0·26	1·58
+ 0·78	2·17
+ 1·66	2·94
+ 2·38	3·32
+ 4·38	4·13
+ 5·20	4·38

III. THEIL.

Die Verbauung der Hauptschluchten der grossen Seitenthäler der Etsch.

49. Capitel.

Die wichtigsten Seitenbäche der Etsch in der III. Section.

Die wichtigsten Seitenbäche der Etsch in dieser Flussstrecke sind am linken Ufer der Avisio, die Fersina, der Rio secco, der Ross-Bach (torrente Gola) und der Leno, am rechten Ufer aber insbesondere der Noce.

In der vorliegenden Schrift sollen jedoch nur diejenigen Seitenbäche näher erörtert werden, welche zu besonderen künstlichen Verbauungen Anlass gaben. Diese Verbauungen mit Thalsperren von sonst ganz ungeahnten Dimensionen bilden eine hochinteressante Specialität des Etsch-Thales, über welche in der technischen Literatur bisher nur Andeutungen enthalten sind, ohne dass auf den Bau der einzelnen Objecte näher eingegangen worden wäre.

Wer die imposante Wirkung dieser Bauten, die grossartigen Schwierigkeiten bei Herstellung derselben und ihre Bedeutung für das Hauptthal der Etsch und die Seitenthäler kennt, wird zugeben, dass hier eine unbegreifliche Lücke in der technischen Literatur vorhanden ist, welche nur durch die angestrengte durch die Elementar-Ereignisse fort im Schach gehaltene praktische Thätigkeit der mit der Ausführung derselben betrauten Ingenieure erklärt werden kann.

Verfasser, welcher in Südtirol, insbesondere nach der Elementar-Katastrophe vom Jahre 1882, mit der Projectierung und Ausführung grosser Thalsperren betraut war, lernte schon damals bei seinen mannigfachen Besuchen ähnlicher Bauten in den Gebieten anderer Bauleitungen alle Objecte kennen, welche in der vorliegenden Schrift behandelt werden und hatte auch später als Referent der Etsch-Regulierungs- und Gewässer-Regulierungs-Angelegenheiten im k. k. Ministerium des Innern mit diesen Objecten so vielfache Beziehungen, dass er sich wohl für competent halten kann, dieselben gründlich darstellen und beurtheilen zu können. Besonders schwierig war die Sammlung der Baupläne und der auf den Bau bezüglichen Daten auch deshalb, weil die einzelnen Bauten nicht etwa durchgehends vom Staate hergestellt sind, sondern von verschiedenartigen Personen und Genossenschaften, so dass nur die Kenntnis derselben und die persönliche Bekanntschaft mit den maassgebenden Persönlichkeiten die Erlangung des erforderlichen Materiales ermöglichte. So sind einzelne Objecte vom k. k. Strassen-Aerar, andere von der Etsch-Regulierungs-Commission, vom Tiroler Gewässer-Regulierungsfonde, von der Stadtgemeinde Trient, von der Fersina-Genossenschaft u. s. w. ausgeführt und waren die erforderlichen Daten oft nur mit grossen Mühen zu erlangen, die jedem Autor wohl bekannt sind, der über technische Objecte zu schreiben in die Lage kam. Rücksichtlich der grössten dieser Sperren, nämlich derjenigen am Avisio, hat der Verfasser übrigens selbst die Projecte für die Reconstruction verfasst und die letztere ausgeführt.

Vom Standpunkte des technischen Interesses ist vorerst der Fersina-Bach mit einer Reihe grossartiger Thalsperrenbauten, weiters der Avisio-, der Leno- und schliesslich der Ross-Bach hervorzuheben, welche auch im nachfolgenden in dieser Reihe zur Behandlung gelangen sollen.

VII. Abschnitt.

Der Fersina-Wildbach.

50. Capitel.

Einleitung.

Der Fersina-Bach ist einer der gefährlichsten Wildbäche Südtirols, dessen Bedeutung für Trient von höchster Wichtigkeit ist, indem geradezu die Existenz der Stadt davon abhängt, dass die Geschiebe dieses hoch über der Stadt gelegenen Wildbaches im Thale zurückgehalten werden.

Wiederholt wurde die Stadt Trient seit den ältesten Zeiten von Durchbrüchen der Fersina bedroht und in empfindlichster Weise geschädigt. Schon in ältesten Zeiten umrahmte die Fersina mit ihren Geröllen den südöstlichen Theil der Stadtmauern, und schon im Jahre 1540 wurde ihr Bett vom Stadtthore von St. Croce abgelenkt.

Von diesem Jahre bis 1740 durchbrach die Fersina fünfmal ihre Ufer. Vom Jahre 1750 bis 1784 brach sie am rechten Ufer viermal aus, ebenso im Jahre 1807 und 1812.[1]

[1] Dizionario geografico statistico del Trentino (Trento, Tip. Perini).

Im Jahre 1822 trat sie siebenmal und im Jahre 1825 viermal aus ihrem Bette, wobei sie sich neue Betten grub und mit ihren mächtigen bis zu 5 Centnern[1] wiegenden Geschieben die fruchtbarsten Felder überschüttete, sowie Häuser und Wege zerstörte.

Seither brach sie unzähligemal aus und bedrohte zum letztenmal im Jahre 1882 die Stadt Trient in empfindlichster Weise, so dass sie nur durch die klugen Maassregeln und die heldenmüthige Vertheidigung der Garnison vom sicheren Untergang gerettet worden ist.

Der Fersina-Bach entspringt aus dem Spitz-See (2880 *m*) und besitzt im Durchschnitte ein Gefäll von 7% auf eine Gesammtlänge von beiläufig 30 *km*.

Das Innere des Fersina-Thales, das ist vom Ursprung bis zur schönen und blühenden Thalebene von Pergine, welche landschaftlich einen der schönsten Punkte Südtirols darstellt, ist ein enges Alpenthal, welches von beiden Seiten von entwaldeten, durch Wildbäche und Lawinen zerrissenen Gehängen von leicht verwitterbarem Porphyrgestein begrenzt wird. Wenige Felder und arme Dörfer beleben die Gegend.

Am rechten Ufer in der Thalniederung befindet sich das Dorf Canezza, welches sowohl von der Fersina als von zwei anderen Wildbächen bedroht wird, von denen der eine vom Viarago, der andere von Valazza herabkommt. Am linken Ufer sind besonders die Bäche von Vallesina, Rigolor, Perghen und Valcana zu erwähnen.

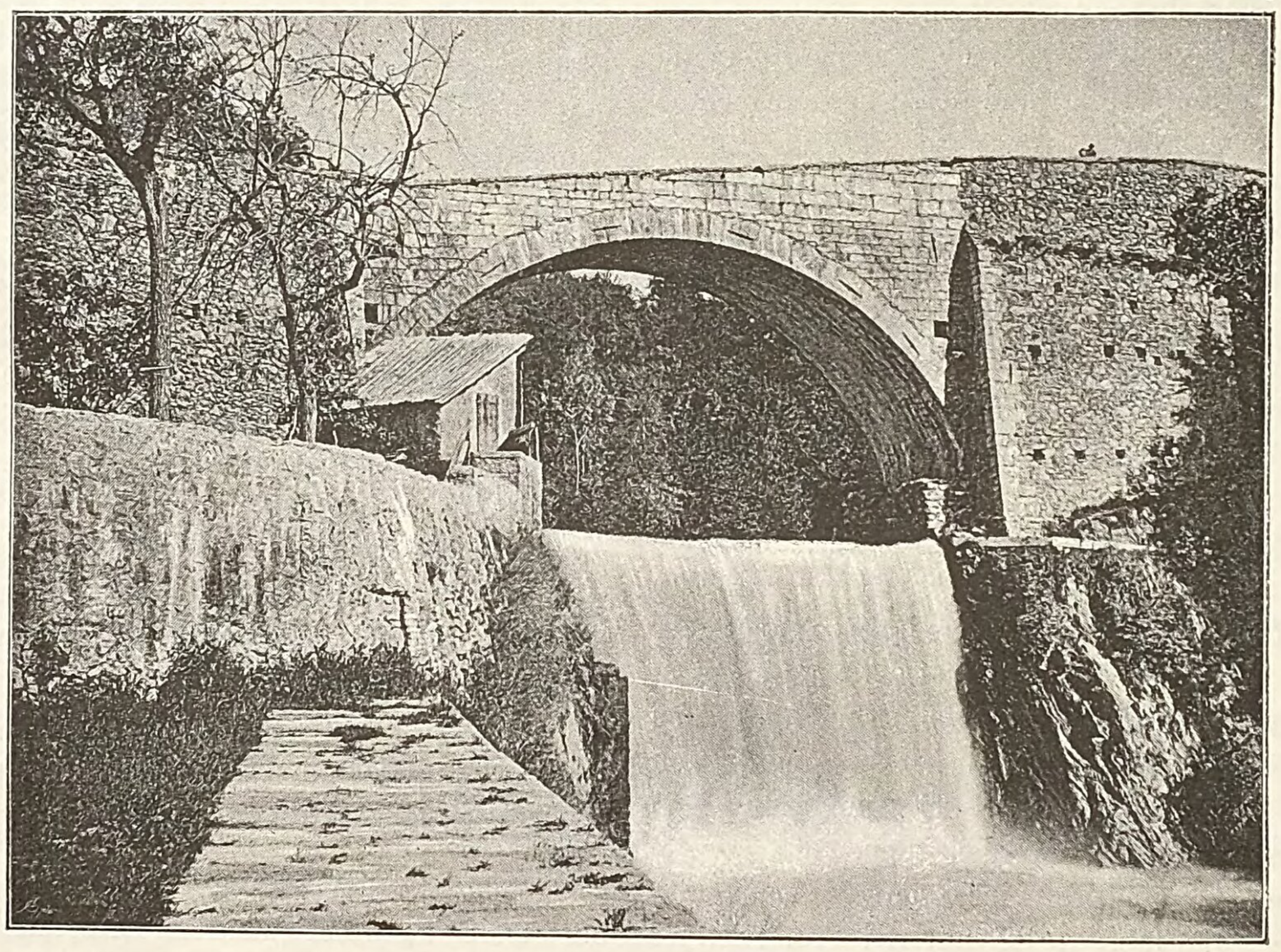
Die Ebene von Pergine sendet ihre Niederschlagswässer zum Theil gegen den See von Caldonazzo (nach dem Achen-See dem grössten See Tirols), zum Theil gegen die Fersina, gegen welche sie durch starke Ufermauern gesichert ist. Unterhalb Pergine schliesst sich das Thal von neuem und bildet schon bei Civezzano eine enge Schlucht im Kalksteinfelsen (Scaglia), in welcher die Strasse von Trient in die Valsugana hoch über dem Bachbette in die Felswände eingesprengt ist.

Die Enge dieser Schlucht führte die Militärverwaltung auf die Idee, bei Civezzano eine Strassensperre zu errichten, welche bei einer Biegung der Strasse ganz in Fels eingehauen ist und mit ihren Kanonen letztere bestreicht.

Aber auch die Hydrotechniker benützten schon seit mehr als drei Jahrhunderten diese enge vortheilhafte Schlucht, um mit Thalsperren von verhältnismässig geringen Spannweiten und kleinen Kosten ungeheuere Geschiebemassen im Thale zurückzuhalten und die Stadt Trient, welche am Fusse des Schuttkegels der Fersina liegt, von Ueberschüttung mit den Geschieben dieses gefährlichen Wildbaches zu entlasten.

[1] Apollonio und Obrelli: La serra di Pont' alto, rilevata ed ispezionata li 11. Marzo 1882, Trento 1882.

Fig. 33.



Die Cornichio-Sperre an der Fersina (Trient).

Obwohl die Fersina nur ein Niederschlagsgebiet von ca. 240 km^2 besitzt, so führt sie doch bei hohen Wasserständen grosse Wassermassen mit sich. Die Hochwassermenge des Jahres 1868 kann nach dem Zeichen an der Ueberfallswehre bei der Cornichio-Brücke am Thalausgange der Fersina aus der Schlucht mit 440 m^3 per Secunde angenommen werden.

Weit gefährlicher noch sind aber die grossen Geschiebemassen dieses Wildbaches, was zumeist der geologischen Formation seines Niederschlagsgebietes zuzuschreiben ist.

Im obersten und grössten Theile ihres Gebietes fliesst die Fersina, wie aus der geologischen Karte (Tafel 3) zu entnehmen ist, in dem höchst verwitterbaren Porphyr der bekannten, mächtigen Südtiroler Porphyrdecke. Von St. Felice an durchzieht sie nach einem kleinen Streifen Verrucano bis Pergine das Gebiet des mindestens ebenso verwitterbaren Thonglimmerschiefers, weiter unterhalb Roncogno Grödener Sandstein, Hauptdolomit und graue Lias-Kalke und in der eigentlichen Thalschlucht unterhalb Civezzano bis Trient die der Kreide-Formation angehörige bröcklige Scaglia. Das Gefälle der Fersina-Schlucht ober Trient ist aus dem Längenprofil (Tafel 27) zu entnehmen.

In diesem Längenprofil sieht man die vier im Thale erbauten Sperren. Zu oberst ist die vom k. k. Strassen-Aerar an Stelle der im Jahre 1882 eingestürzten, daselbst früher bestandenen Sperre neuerbaute Thalsperre unterhalb Civezzano, welche nach dem Bauplatze allgemein als „Cantanghel-Sperre“ bezeichnet wird.

Zunächst unterhalb liegt die ca. 38 *m* hohe uralte, von der Stadt Trient erbaute Thalsperre bei Pont' alto, zu deren Sicherung erst in den letzten Jahren die neue grossartige Thalsperre in der Localität „Madruzza“ unter ausserordentlichen technischen Schwierigkeiten von der Stadt Trient unter Mitconcurrenz verschiedener Fonde hergestellt worden ist. Die unterste nur 10 *m* hohe Sperre am Ausgange der Thalschlucht ist die Sperre von Cornichio, welche auch die Brückenpfeiler der die Fersina überschreitenden Strasse sichert. (Fig. 33.)

Vom Ausgange der Thalschlucht oberhalb Trient ist die Fersina seit alten Zeiten beiderseits mit Steindämmen befestigt, was zur Sicherung der Stadt Trient unerlässlich war und ist. Der Bau der erwähnten Thalsperren hatte zur Folge, dass die Geschiebezufuhr aus dem Thale abgeschnitten wurde, wodurch,

wie dies bei Thalsperren allgemein beobachtet wird, sich die Sohle des Fersina-Baches unter der Cornichio-Sperre nicht nur zu heben aufhörte, sondern im Gegentheile noch so vertiefte, dass die Ufermauern unterfangen werden mussten.

Durch den Bruch der mangelhaft nur in Trockenmauerwerk hergestellten alten Cantanghel-Sperre wurde nun allerdings das Bachbett im Jahre 1882 um 4·4 *m* erhöht, doch stellte sich nach Wiederherstellung der Cantanghel-Sperre im Jahre 1883 und 1884, sowie nach Erbauung der Madruzza-Sperre sofort wieder die Sohlenvertiefung ein.

Aus den Querprofilen der regulierten Fersina auf Tafel 37, Figur 6 bis 11, in welchen die Bachsohlen aus den Jahren 1883 und 1889 eingezeichnet sind, sowie aus dem auf derselben Tafel befindlichen Längenprofile der Fersina, Fig. 6, von der Cornichio-Brücke bis zur Einmündung in die Etsch sind diese Verhältnisse genau zu entnehmen.

Gleichwohl führt die Fersina immer noch so viele Geschiebe, dass sie, wenn auch die Stadt Trient entlastet wird, das Regime der Etsch doch wesentlich beeinflusst. Die Einmündung der Fersina in die Etsch war in früheren Decennien viel näher an die Stadt Trient, als dies gegenwärtig der Fall ist. Die Fersina mündete vor Ausführung des Virginia-Durchstiches 1500 Klafter unterhalb Trient in die Etsch aus und erzeugte daselbst einen mächtigen Staurücken, durch welchen das Gefälle der Etsch oberhalb der Fersina-Mündung auf 0·35 per Mille reduciert worden ist. Hiedurch erhöhte sich auch das Etsch-Bett bis Gardolo zum grossen Schaden von Trient.

Um den Etsch-Fluss von der Ablagerung der Fersina-Geschiebe zu befreien, wurde die Einmündung durch Anlage eines Separationswerkes und eines Durchstiches am rechten Etsch-Ufer bei Virginia noch in früheren Jahren vor dem Inslebentreten des Etsch-Regulierungsgesetzes vom Jahre 1879 um 1300 *m* flussabwärts verlegt.

Die Ausgleichung des Bachgefälles nahm infolge dieser Rinnsalsverlängerung einen günstigen Fortgang, und es hat auch seit Erstellung des Separationswerkes eine Abtreibung des früheren Staurückens und eine Vertiefung des Wasserspiegels des Etsch-Flusses um 1·84 *m* stattgefunden, welche Flussbettsvertiefung bis oberhalb Trient einwirkte, indem auch im Centa-Durchstich eine Vertiefung von 0·32 *m* eingetreten war.

Bald zeigte sich aber[1] eine weitere Verlängerung des Bachgerinnes in einer Curve nach abwärts dringend nothwendig, indem der Fersina-Bach direct an das Separationswerk anfiel, wodurch die Gefällsausgleichung und Forttreibung der Bachgeschiebe gehindert und die Geschiebsablagerung immer mehr gefördert wurde, so dass bei einem weiteren Anwachsen derselben, bei einem höheren Wasserstande das Uebersteigen der bloss 0·9 *m* erhobenen Krone des Separationswerkes und somit eine directe Ergiessung in die Etsch zu befürchten stand.

Im Jahre 1883 wurde am linken Fersina-Ufer ein Ablagerungs-Bassin für das Bachgeschiebe eröffnet und gleichzeitig mit der Baggerung des in der Etsch befindlichen Staurückens mit Hilfe eines Baggerschiffes begonnen.

Dieses Bassin hat eine Länge von 1400 *m* und eine mittlere Breite von 200 *m*. Früher bestand ein derartiges Bassin am rechten Fersina-Ufer, welches aber bereits ausgefüllt ist.

Das neue Bassin ist links mit einem neuen Damme eingefasst, welcher stromaufwärts an den linken Fersina-Damm und stromabwärts an einen alten Etsch-Damm anschliesst.

Das rechte Ufer des Bassins ist theils vom rechten Fersina-Damme, grösstentheils aber vom linken Etsch-Damme gebildet, welcher bei Gelegenheit der Etsch-Regulierung bedeutend erhöht und verstärkt wurde.

[1] Semrad: Technischer Bericht über die Etsch-Regulierung.

Die durch den Bau der Thalsperren nach dem Jahre 1882 eingetretene Vertiefung der Bachsohle nimmt noch immer zu, und wird diese Wirkung, wie mir der leitende Ingenieur der Fersina-Regulierung, der hochverdiente Dr. Karl de Pretis, mittheilt, wenn auch in langsamerem Tempo voraussichtlich noch so lange fortschreiten, bis eben das gröbere Geschiebe, das nun von den Sperren zurückgehalten wird, wieder herabkommt.

Herr Ingenieur de Pretis befürchtet, dass man gezwungen sein wird, noch im Laufe dieses oder des nächsten Jahres im oberen Theile des eingedämmten Fersina-Bettes Grundsperren einzubauen, um die Unterwaschung der Fundamente zu verhindern. Im unteren Laufe zeigt sich in entgegengesetzter Weise eine Hebung der Bachsohle, so dass Herr de Pretis hier die baldige Nothwendigkeit einer Erhöhung der Uferschutzbauten voraussieht.

51. Capitel.

Aelteste Ansiedlung bei Trient und hieraus gezogene Folgerungen.

Es wird oft die Ansicht geäussert, dass die Schuttkegel grosser geschiebeführender Wildbäche in alten Zeiten in einem Zustande der Ruhe sich befunden haben müssten, weil man eben die grössten Ansiedlungen, Städte und Dörfer, an solchen Schuttkegeln finde und es nicht wahrscheinlich sei, dass sich diese Ansiedlungen gerade dort gebildet hätten, wenn die Gefahr des Ausbruches des Wildbaches schon damals vorhanden gewesen wäre. Sehr ernste Schriftsteller[1] ziehen daraus die Folgerung, dass die Wildbäche erst in neuerer Zeit nach einer Periode relativen Gleichgewichtes ihre geschiebeführende und schädigende Thätigkeit wieder aufgenommen hätten. Wir werden bei jedem einzelnen Wildbach untersuchen, ob die Geschichte zu der obigen Behauptung irgend eine Begründung liefert, oder ob nicht umgekehrt gerade die Geschichte die obige Behauptung widerlege.

Der Ursprung der Stadt Trient, welche zum grossen Theile am Schuttkegel der Fersina liegt, ist jedenfalls sehr alten Datums; sie ist aber nach übereinstimmenden Ansichten aller Historiker nicht in der Lage am Fersina-Schuttkegel entstanden, wie wir sie heute finden.[2]

Vielmehr muss angenommen werden, dass die am Berge „Dosso di Trento“ erbaute Befestigung der im Trienter Becken zerstreuten Bevölkerung das erste Asyl geboten hat; dass später diese Befestigung sich an der heute „Piè di Castello“ genannten Localität erweitert habe, was aus den durch Herrn Fr. Ranzi aufgedeckten Ueberresten von Fortificationen, Umfassungsmauern und Wohnstätten hervorgeht,[3] und dass sie schliesslich durch neue successive Erweiterungen sich sammt ihren Dependenzen in einen befestigten Ort, in eine mit Festungsmauern umgürtete Stadt verwandelte.

Hieraus geht aber der überaus wichtige Schluss hervor, dass von einer ältesten Ansiedlung am Schuttkegel der Fersina nicht gesprochen werden kann, und dass sich nur die in einer ganz anderen Gegend, nämlich im Dosso di Trento und bei Piè di Castello, gegründete Stadt infolge der stetigen Erweiterung allerdings in das Ausbruchsgebiet der Fersina erweitert hat.

[1] Ernst Cézanne, Kink, Lehmann etc.

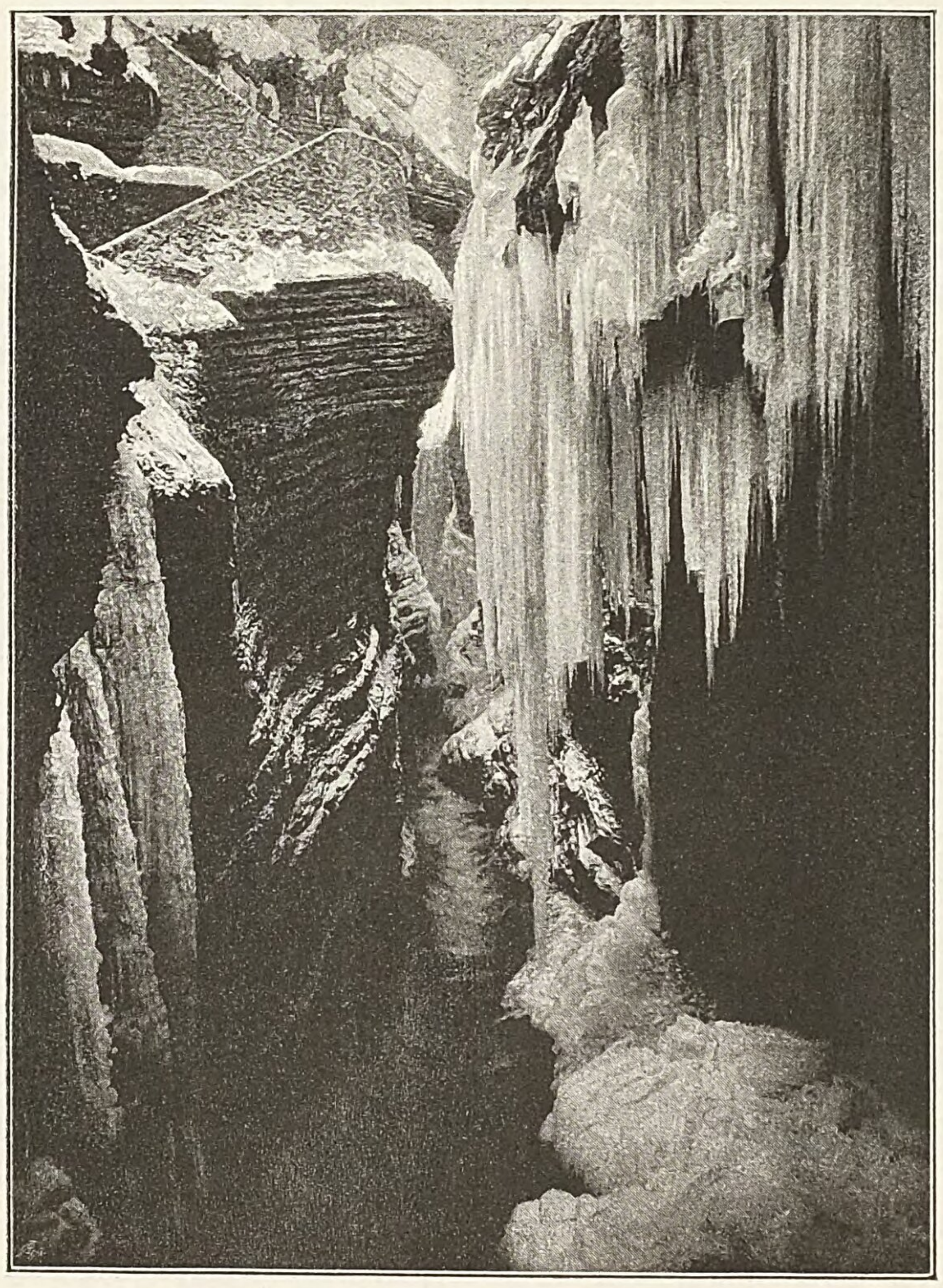
[2] Francesco Ambrosi: „Sommario della storia Trentina dai tempi più antichi sino agli ultimi avvenimenti“. Borgo, 1881, Tipografia Marchetti.

[3] Fr. Ranzi: „Pianta antica della città di Trento“ 1869.

Nichtsweniger darf aber daraus geschlossen werden, als dass etwa zur Zeit der ersten Gründung von Trient der Wildbach Fersina in einem Zustande „relativen Gleichgewichtes" sich befunden hätte, welcher erst später durch die Hand des Menschen gestört worden wäre. Vielmehr scheint man der Fersina seit ältesten Zeiten, so viel es eben die beschränkte Lage des Etsch-Beckens und die von der Etsch drohende eminente Gefahr zuliess, sorgfältig ausgewichen zu sein, wie die Anlage der Stadt am rechten, durch den Bergvorsprung der Fersina-Schlucht ziemlich geschützten Ufer beweist. So weit aber historische Nachrichten reichen, hat die Fersina der Stadt Trient auch in den ältesten Zeiten, wo gewiss noch keine Entwaldung geherrscht, immer Unheil gebracht.

Der angenommene Zustand früheren „relativen Gleichgewichtes" löst sich daher bezüglich der Fersina in eine Fabel auf.

Fig. 34.



Die Pont' alto-Sperre an der Fersina bei Trient.

52. Capitel.

Die Thalsperre bei Pont' alto.

A. Einleitung.

Diese berühmte Thalsperre ist die höchste von allen zur Zurückhaltung von Geschieben bisher erbauten Thalsperren. Ihre Krone hat einschliesslich der in den Jahren 1883 und 1887 vorgenommenen Erhöhungen die absolute Meereshöhe von 318·60 *m*, während die Sohle der Felsschlucht unterhalb der Thalsperre die Meereshöhe von 271·70 *m* besitzt. Die Fallhöhe des über die Sperrenkrone abstürzenden Fersina-Baches beträgt demnach 46·90 *m*, eine Höhe, welche von der Bedeutung dieser Sperre eine Vorstellung gibt. (Fig. 34.)

Aus den photographischen Ansichten Fig. 34 bis 36, welche nach den Aufnahmen des bekannten Alpen-Photographen Unterwegher in Trient angefertigt sind, ergibt sich die grossartige landschaftliche Wirkung dieses Baues. Auch in Tafel 27, Fig. 1, ist eine Skizze der Vorderansicht dieser Sperre enthalten. Ueber der Sperrenkrone ist die Brücke von Povo sichtbar, welche auch in Fig. 7 der Tafel 27 im Querschnitt erscheint. (Fig. 35.)

Zur Erklärung der photographischen Aufnahme Fig. 34 möge dienen, dass dieselbe im Winter hergestellt ist, wo die enge Schlucht des Fersina-Baches, in die kein Strahl der Sonne dringt, von den groteskesten Eiszapfenbildungen erfüllt ist, die auch im Bilde zu sehen sind.

In der Mittelaxe des Bildes oben sieht man den Gewölbebogen der steinernen Brücke über die Fersina nach Povo, durch welchen das Tageslicht durchscheint. (Fig. 36.)

Vor der Brücke ist eine Rampe sichtbar, welche zu der von Touristen vielbesuchten Aussicht zum Wasserfall von Pont' alto führt. In der Mittelaxe des Bildes sieht man im oberen Theile den Wasserfall, den der Fersina-Bach an der Pont 'alto-Sperre bildet, während im unteren Theile des Bildes der Unterlauf der Fersina begleitet von den zusammengefrorenen Trümmern herabgestürzter Eis-Stalaktiten sichtbar ist.

Die photographische Aufnahme Fig. 35 zeigt nahezu dasselbe Bild im Sommer, jedoch von einem etwas verschiedenen Standpunkte.

Fig. 36 zeigt eine andere Stelle der Fersina-Schlucht, wobei jedoch der Wasserfall der Pont' alto-Sperre nicht sichtbar ist.

B. Historische Daten über die Pont' alto-Thalsperre.

Im städtischen Archive von Trient finden sich viele Schriften aus vergangenen Jahrhunderten, welche über den Fersina-Bach und über die Pont' alto-Sperre handeln, die wichtigste hierunter ist jedoch der Bericht des Franz Giovanelli von Gerspurch aus dem Jahre 1752, welche alle früheren Vorkommenheiten an dieser Thalsperre zusammenstellt.[1]

Dieser Bericht Giovanelli's ist von so grossem cultur-historischem Interesse im Gebiete des Baues grosser Thalsperren, dass es Verfasser für nothwendig hält die wichtigsten Theile desselben nachstehend in deutscher Sprache wiederzugeben.

Dieser Bericht lautet folgendermaassen:

„Bericht von mir, Franz „Giovanelli, erwähltem Con„sul, betreffend den Bau „der neuen steinernen Thal„sperre im „Fersina-Bach „in der Nähe von Pont' „alto, welcher im Jahre „1794 begonnen und dann „fortgesetzt und im Jahre „1752 beendet wurde."

„Dass die Thalsperre beim Pont' alto schon von ihrem Beginne an von unseren Obrigkeiten als nothwendig anerkannt wurde und dies um einen Hemmschuh dem Wildbache Fersina zu setzen, welcher mit seinen Ausbrüchen die Stadt Trient mit Vernichtung bedrohte und nach und nach die angrenzenden urbaren Felder zerstörte, dies zeigt die Erfahrung, welche die einzig wahre Regel und die Lehrmeisterin alles menschlichen Thuns ist, wie aus der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen ist."

„Als die Fersina noch ihr altes natürliches Bett jenseits des alten Klosters hatte, von wo sie sich in die Etsch ergoss:"

„Legte die hohe Weisheit des Cardinals Bernhard Cles, damals Bischofs von Trient, um die Stadt und die umliegenden Grundstücke von den fortwährenden Gefahren zu befreien, den

[1] Diese Ausführung ist der Broschüre „La serra di Pont' alto, rilevata ed ispezionata li 11. Marzo 1882" der Ingenieure A. Apollonio und Dr. A. Obrelli in Trient entnommen.

Grund zur Thalsperre, genannt bei Pont' alto, im Jahre 1537 und verpflichtete über Ansuchen des Magistrates der Consuln sowohl die Laien, als auch die Geistlichen ohne Unterschied, zu den Kosten des Thalsperrenbaues beizutragen, welcher vom Franz Recamatori aus Verona projectiert und von Johann Cestar zum grössten Theile aus Holz hergestellt wurde."

„Von kurzer Dauer nur war dieses Werk, indem unter dem unmittelbar nachfolgenden Fürsten, dem Cardinal Christophorus Maro Madruzzi, die Fersina, welche durch einen langandauernden ununterbrochenen Regenguss anschwoll, zur Nachtzeit die besagte Thalsperre durchbrach, wobei sie die Stadt in die grösste Gefahr brachte vernichtet oder mindestens unter die Steine und Gerölle halb begraben zu werden, indem der Bach bereits fast bis zum Dom vorbrach, wenn nicht rasch zugegriffen worden wäre, die Hebebrücke zu heben und zu befestigen, welche sich damals beim Thore Santa Croce befand."

„Seitdem beschloss der erwähnte Fürst Madruzzi mit dem Herrn Franz Castelalto, Stadthauptmann, mitsammt den Herren Consuln der Fersina ein neues Bett jenseits des Bernhardinerklosters zu geben, um sie von der Stadt weiter zu entfernen und beschlossen zu derselben Zeit, die Thalsperre von Pont' alto in dauerhafter Weise wieder herzustellen, was die frühere hölzerne Sperre nicht gewesen ist. Thatsächlich wurde sie dann theils in Stein, theils in Mauerwerk erbaut; aber, sei es wegen ihrer schlechten Beschaffenheit, sei es wegen ihrer schwachen Construction, auch diese Sperre wurde in ähnlicher Weise im Jahre 1564 von der Fersina zerstört."

„In diesem Zustande der Zerstörung wurde sie ohne jede Instandsetzung durch viele Jahre belassen infolge verschiedener widerstreitender Ansichten der Bürger und vieler unter sich uneiniger Fachleute, wie aus dem Gutachten und Votum des Ritters Josef Roveretti vom 24. Juli 1601 klar hervorgeht, welcher sagt, dass in sehr richtiger Weise in Erwägung gezogen wurde, zwei Thalsperren gleich zwei Festungen, von denen eine die andere vertheidigt und sichert, zu erbauen, damit die Sperre von Pont' alto, welche allein das ganze Gewicht zu tragen hat, nicht wieder zusammenstürze wie die früheren Sperren, welche ohne jeglichen Vorbau, der ihnen als Gegenstütze gedient hätte, errichtet worden waren.[1] Er schliesst sein Votum mit nachfolgenden Worten: Daher sage ich, dass man sobald als möglich Hand ans Werk lege, damit sich die Verhältnisse nicht noch mehr verschlimmern und Gott bitten möge, dass er denjenigen verzeihe, welche ein so heiliges Werk zu verhindern trachten. Und in der That, die Idee, zwei Sperren zu bauen muss einigermaassen Platz gegriffen haben, weil in den Consular-Acten Nr. 2488 sich verzeichnet vorfindet, dass im selben Jahre 1601 eine Umlage von 2000 Ragnesi auf alle repartiert wurde, welche dies- und jenseits der Fersina betheiligt waren, um eine Thalsperre bei den Mühlen von Civezzano zu erbauen. Von dieser Sperre machen noch einige von den alten Leuten von Civezzano und Cognola Erwähnung."

Fig. 35.



Die Pont' alto-Sperre.

„Wie dem auch sei, sicher ist es, dass mindestens die Sperre von Pont' alto auch damals als nützlich und nothwendig anerkannt wurde und dass sie daher, trotz der vielen Einwendungen in den Jahren 1611, 1612 und 1613 ganz aus Stein in der Höhe von 12 Klafter durch Julius Smidel, Steinmetz, und die Brüder Gardesani wieder auferbaut wurde. Aber auch diese Werkmeister, sei es, dass sie die Ausübung ihres Berufes nicht gut verstanden, oder dass sie in der Ausführung des Bauvertrages nicht redlich vorgiengen, stellten sie schlecht und nicht vertragsgemäss her, so dass es nothwendig wurde durch andere Sachverständige die Mängel, so gut es eben gieng, zu beheben, wofür die ersteren aus eigenem die Strafe zu zahlen hatten, obwohl sie sich ins Ausland flüchteten, um wenigstens ihre Personen in Sicherheit zu bringen.

„Nachdem nun die Sperre zum drittenmale ganz aus Stein in grösserer Festigkeit hergestellt wurde, dauerte sie wohl etwas länger als die vorhergehenden, doch wurde sie im Jahre 1686 in ähnlicher Weise, wenn nicht ganz, so doch zum grössten Theile von der Wuth der Fersina zerstört, welche maasslos angeschwollen, den angrenzenden Feldern schwere Beschädigungen zufügte und die nahen Wohnstätten bedrohte, so dass die PP. Reformierten von St. Francesco sich entschlossen das genannte Kloster zu verlassen und dasselbe abtragend, mit dem grössten Theil des Materiales ein neues Kloster am nahen Berge zu erbauen, wo es sich noch heute befindet. Ueberdies wurde zur grösseren Sicherheit der Stadt die starke Quadersteinmauer hergestellt, welche jetzt noch besteht und die Localitäten „St. Bernardino Vecchio" und „alla Mantovana" deckt."

„Trotz dieser so soliden und festen Mauer wurde aber trotzdem von neuem die Instandsetzung der Sperre, als Hauptbehelf gegen weitere vom wüthenden Wildbach drohende Gefahren beschlossen. Und zwischen vielen Gutachten, die gewöhnlich verschieden und widerstreitend sind, hat jenes die Oberhand behalten, die Sperre aus den verbliebenen Steinen mit gutem und gut verbundenem Holzwerk wieder aufzurichten.

[1] Diese Stelle ist sehr interessant, indem sie jetzt nach fast 300 Jahren durch die durch Herrn Dr. de Pretis erbaute Madruzza-Sperre thatsächlich zur Ausführung gekommen ist.

So wurde es auch genau ausgeführt und sie hielt auch glücklicherweise bis zum Jahre 1747 Stand, bis sie endlich, theils aus dem Verband gebracht, theils verfault, weder mehr tauglich war den Wasseranprall auszuhalten, noch den schweren Druck der Geschiebe zu ertragen, welche der hoch angeschwollene Bach im October aus dem Pergine-Thale brachte, woraus beklagenswerte Schäden verursacht wurden."

„Aber nicht kleiner waren die Schäden, welche durch diesen letzten Bruch der Sperre die Felder dies- und jenseits der Fersina zu erdulden hatten, welche so anschwoll, dass sie sich im eigenen Bette nicht erhalten konnte, sich an mannigfaltigen Stellen Bahn brach, hier Mauern zerstörend, dort sie übersteigend, so dass der grösste Theil des Wassers durch Bolgher seinen Lauf nahm, ein anderer sich gegen die Stadt wendete, nicht ohne Gefahr für die Klöster der PP. Kapuziner und der Nonnen von Santa Chiara, welche mit Sturmglocken um Hilfe riefen, und sich schliesslich über die Campi di Muredelli ergoss, überall Runsen und Gerölle, die traurige Beute ihren Zerstörungen zurücklassend."

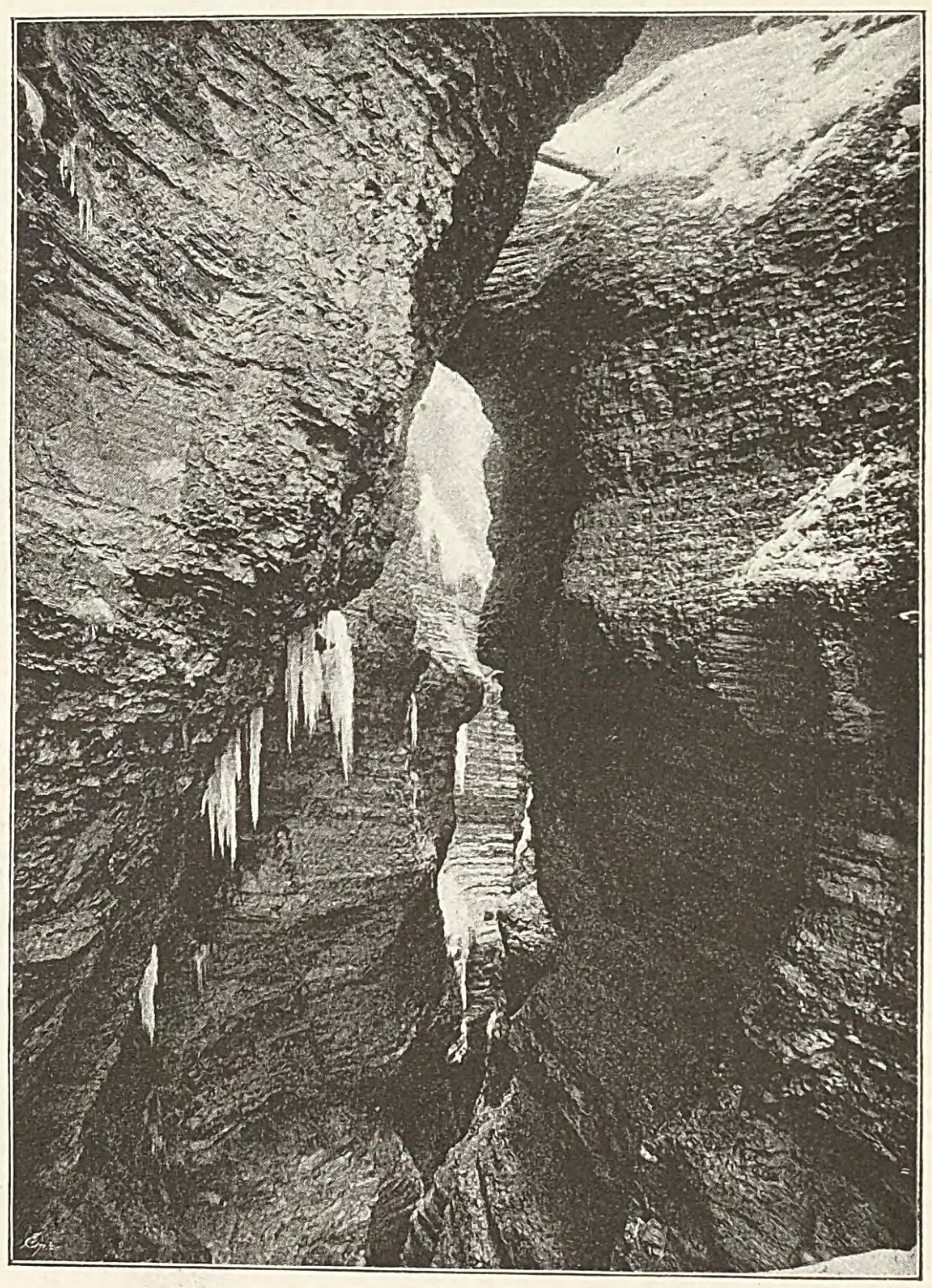
„Nicht das allein war aber das ganze Uebel; die halben . Fundierungen der Bauten jenseits der Cornichio-Brücke, die häufige Unterbrechung der Stadt dienenden Mühlen, die wiederholte kostspielige Erhöhung der Ufermauern der Fersina selbst und seiner Holzbrücke, die Wiederherstellung der zerstörten Strassen sind lauter Dinge, welche wir seit den wenigen Jahren auszuhalten hatten, dass die Sperre von Pont' alto zerstört worden ist."

„Und was noch wichtiger ist, dies ist die Häufigkeit der Ueberschwemmungen durch die Etsch, welche seither aus geringen Ursachen zum Schaden nicht nur der tieferliegenden Gründe um Trient und der Keller der Stadt, sondern auch zum Nachtheile der Gesundheit der Bewohner entstehen, welche wegen der, durch die üblen Ausdünstungen der stagnierenden Wässer verunreinigten Luft, jetzt mehr als früher bösartigen Fiebern unterworfen sind. Und von diesen Ueberschwemmungen ist nach dem Gutachten derjenigen, welche es verstehen, richtig zu denken, die wichtigste und Grundursache die Erhöhung des Esch-Bettes, welche zum grösseren Theile durch die Fersina verursacht ist, welche von dem Hochland von Pergine herabstürzend und grosse Massen von Steinblöcken und Geschieben mit sich führend, ohne bei Pont' alto irgend einen Halt zu finden, dieselben frei in die Etsch ablagert, daselbst Geschiebe über Geschiebe aufschichtet, die schon für sich eine halbe Sperre bilden, die offenbar einen Rückstau verursacht."

„Es ist infolge dieses Rückstaues, dass derartige Ueberschwemmungen und Krankheiten seit dem Einsturze der Sperre im Jahre 1686 eingetroffen sind, wie die Schriften würdiger Bürger dieser Zeiten klar beweisen."

„Um die Wahrheit zu sagen, weiss man durch die Erfahrung der Vergangenheit, und wir selbst wissen es, dass in den verflossenen Jahren, während die Sperre noch aufrecht stand, wir weder so viele Ueberschwemmungen, noch so viele Fieberkrankheiten hatten, als dies seit dem letzten Einsturz vom Jahre 1747 allgemein der Fall ist; dass hingegen seit dem Bestande der Sperre wir die günstige Wirkung beobachten, dass sich das Bett der Fersina dermaassen eintiefte, dass im Jahre 1733 die Herstellung eines Wehres aus Holz nöthig wurde, um das Wasser zu heben und es in die Stadt leiten zu können." [1]

Fig. 36.



Die Fersina-Schlucht bei Trient.

„Man kann daher hoffen, dass wenn die jetzt errichtete Sperre auch in der Zukunft bestehen wird, die Fersina neuerlich ihr Bett eintiefen wird, und nachdem sie nicht mehr so viel grobes Geschiebe führen wird, er auch nicht mehr die oben beschriebenen Uebel wird hervorrufen können. Dass man von dieser Sperre eine solche Wirkung erwarten könne ist eine klarere Sache, als manche denken und ausser durch die schon erwähnten Erfahrungen von unseren Ahnen wohl erprobt, welche trotz der geschwätzigen Opposition der Gemeinde Pergine (wie aus alten Documenten zu ersehen ist) die Sperre zum erstenmale errichteten und wegen ihrer guten Wirkung stets wieder von neuem errichteten."

„Jetzt von den vergangenen Dingen zur Gegenwart übergehend, bemerken wir, dass der Magistrat im Jahre 1748, nachdem er die durch den letzten Sperrenbruch verursachten Schäden noch unter den Augen hatte, mit weiser Vorsicht die Verfügung getroffen hat, die Sperre wieder von neuem aufzubauen. Und im folgenden Jahre haben die Herren Consuln, nach reiflicher Erwägung beschlossen, dieselbe aus Stein herzustellen und übergaben die Bauleitung einem gewissen Bartolomeo Ferracini aus Solagna, welcher in diesem Fach im benachbarten Italien einen grossen Ruf besitzt."

„Dieser begann die beschwerliche Unternehmung im Monate Juni 1749, indem er zuerst ein Stauwehr errichtete, das ist eine Vorrichtung um das Wasser aufzuhalten, damit es sich aufstaue und so gehoben durch einen Canal aus Pfosten über den Arbeitern wegfliesse, das ganze Bachbett soweit freilassend, als es für die Arbeit erforderlich ist." [2]

[1] Man sieht, wie regelmässig die Errichtung einer Thalsperre die Eintiefung des unterhalb gelegenen Bachlaufes zur Folge hat.

[2] Dieselbe Methode muss selbstverständlich auch gegenwärtig bei Thalsperren-Bauten angewendet werden.

„Nachdem in dieser Weise das Fersina-Bett trocken gelegt worden war und die Fundamente der alten Sperre aufgedeckt worden waren, welche aus Steinquadern bestehend beiläufig 3 Klafter hoch waren, sich aber nur 6 Fuss quer über das Bachbett erstreckten, beschloss Ferracini die Sperre um ebensoviel zu verlängern. Dann setzte er die Sperre halb auf die alten Fundamente und halb auf die Felsbank, die hinter diesen Fundamenten sich in horizontaler Lage befand, auf diese Weise 1 Klafter und 3 Fuss Höhe aufbauend, wie aus den im Felsen eingemeisselten Widerlagern zur Aufnahme der Gewölbsquadern zu entnehmen ist. Damit erreichte der ganze Bau des Ferracini die Höhe von 4 Klafter und 2 Fuss und von der horizontalen Felsstufe aufwärts 12 Fuss."

„Nachdem Ferracini in den letzten Tagen des Monates December seine Arbeit eingestellt hat, und nachdem dieselbe nach seiner Abreise durch fast zwei Jahre verblieb ohne in gehöriger Weise zugedeckt zu werden, wurde sie zu dieser Zeit durch ein Hochwasser der Fersina dermaassen beschädigt, dass von den beiden obersten Steinschichten die Steine vom Bache weggeführt, ebenso die Hälfte der zwei nächsten Schichten abgerissen, andere aus dem Verband gebracht wurden und vom Werke nur 5 Fuss auf der rechten und $3^1/_2$ Fuss auf der linken Seite verblieben, wie aus der Besichtigung und den genommenen Maassen welche durch Bartolomeo Adami, Steinmetz in Trient und Domenico Malpaga aus Cognolo, die daselbst stets unter der Leitung des Ferracini arbeiteten, hervorgeht."

„Nachdem sich nun der gegenwärtige Consular-Magistrat entschlossen hat die bestehende Ruine in Stand zu setzen und den Bau soviel als möglich fortzusetzen, haben mich die Herren Consuln, meine Collegen, mit dieser Aufgabe betraut."

„Nachdem ich die Localität und das Operat des Ferracini besichtigte, fand ich es angezeigt, eine neue Strasse anzulegen, damit nicht nur die Steine bequemer mit Wagen geführt werden könnten, aber auch damit man sie an einer möglichst erhöhten Stelle deponieren könne, aus Sicherheitsrücksichten wegen einer Anschwellung des Baches; überdies ist hiemit der Vortheil verbunden, dass die Steine von oben immer auf den Bau herab bequemer und billiger herabgeschafft werden können."

„Dies vorausgesetzt, begann ich gegen Ende Juli des Jahres 1751 mit der Herstellung der neuen Strasse und der erforderlichen Holzgerüste zwischen den beiden Bergseiten, welche sowohl für den Bau der Sperre dienten, als auch um eine Stauwehr gegen das Wasser in ähnlicher Weise herzustellen, wie dies Ferracini gethan, was auch nach Herstellung der Gerüste thatsächlich glücklich vollbracht wurde. Nachdem dieses Stauwehr jedoch einige Zeit dem Wasseranprall widerstanden hatte, löste sich unglücklicherweise vom Berge ein grosses Gesteinstück los, welches die Hauptbalken durchbrach und das Wehr, das nun keinen Verband hatte, zerstörte. Ich dachte daher an eine andere Methode zum selben Zwecke, welche mit kleineren Auslagen und mit grösserer Sicherheit für die Arbeiter verbunden wäre und zwar an einen Canal aus Holz, welcher die Strömung geradeaus fasste und sie über die vielen Arbeiter hinweg einfach in den unteren Theil des Baches hinüberleitete."

„Nachdem wir in zehn Tagen diesen Canal, der vortrefflich functionierte, beendigten, wurde am 25. September an die Umarbeitung der Steine Hand gelegt, welche in Unordnung gebracht waren, sowie an die Wiederanordnung der fehlenden Widerlager, wodurch das Werk Ferracini's in ein Niveau gebracht wurde. Sodann wurden 4 Schichten neuer Steine gelegt, worauf das erste sogenannte „Thor" angelegt wurde, welches ein quer durch die Sperre gehender Durchlass von konischer Form und am Wassereinlauf 3 Fuss hoch und breit ist, während er an der Ausmündung seitlich 11 Zoll mehr besitzt. Dieser Wasserdurchlass diente später zur Abführung des Wassers unter der Arbeitshöhe anstatt des hölzernen Ableitungscanales, welcher über den Arbeitern hinweg gieng."

„Nachdem jedoch am 2. October ein unvorhergesehenes Hochwasser eintrat, welches die Fortsetzung der Arbeit durch 23 Tage verhinderte, konnte man diesen Durchlass (oder sagen wir „Pforte") erst Mitte Jänner des gegenwärtigen Jahres 1752 beendigen, worauf die Arbeit wieder aufgenommen, das Bachwasser in den Durchlass eingeleitet und von nun an stets auf diese Weise unter den Arbeitern durchgeleitet wurde, bis zur Beendigung der Sperre."

„Indem nun diese um 2 weitere Klafter gehoben wurde, wurden neue Gerüste 25 Fuss über den alten erbaut, worauf der zweite Durchlass und nach einer Aufmauerung von 3 Klaftern 2 Fuss noch der dritte Durchlass hergestellt wurde; alle drei Durchlässe wurden offen gelassen bis zur Beendigung der Arbeit, damit, wenn ein neues Hochwasser der Fersina käme, dasselbe einen genügenden Durchflussraum unten fände und oberhalb ein freies und trockenes Arbeitsfeld verbliebe."

„Schliesslich wurde über dem dritten Durchlass die Erhöhung der Sperre noch um 6 Fuss 8 Zoll mit vier neuen Quaderschichten bewerkstelligt. Jetzt erst aber wurde die Beobachtung gemacht, dass die Felswände etwa 2 Klafter höher schiefrig zu werden beginnen und zur Aufnahme der Kämpfer nicht geeignet sind, so dass mit Rücksicht darauf, dass mit dem Holzfluder (von dem noch die Rede sein wird) neuerlich die Sperre um 1 Klafter und 2 Fuss gehoben wurde, in dieser Höhe Halt gemacht und die Arbeit beendet werden musste."

„Es wurde nothwendig Halt zu machen, um nicht mit der weiteren Hebung jene 2 Klafter festen Gesteines, welche noch verblieben, in Anspruch zu nehmen, nachdem es unumgänglich nöthig war, diese letzteren frei zu lassen, damit das Wasser mit seiner fortwährenden Erosion und die Geschiebe mit ihrer fortwährenden Abreibung nicht die Uferwände abzehre, noch sich vertiefe, wodurch das erwähnte Holzfluder und schliesslich die Sperre selbst angegriffen würde. Dies würde sicher eingetreten sein, wenn man die Sperre noch mehr bis zu dem bröckligen Felsgestein gehoben hätte."

„Nachdem so der Sperrenbau, so hoch hinauf, als es überhaupt möglich war, beendet wurde und zwar ganz ohne Mörtel, lediglich aus grossen Quadern, von denen der grösste Theil 20, 30 bis 40 Cubikfuss Inhalt hatte und die auf allen Seiten mit dem Spitzmeissel und an den zwei seitlichen Stossfugen keilförmig nach der Schablone gearbeitet, gut in Verband gelegt und überall mit starken Eisenbolzen befestigt waren (die oberste Schichte war überdies stark verdübelt), dachte ich schliesslich an die Nothwendigkeit eine hölzerne Abdeckung der Sperre in der denkbarst festen Weise herzustellen."

„Hiezu liess ich zuerst quer über die Krone des Baues sechs starke Eichenbalken legen, zwei dicht nebeneinander in der Mitte der Façade, bildete fünf Auflager in der Façade, welche bogenförmig ist und einen Pfeil von $1^1/_2$ Fuss besitzt. Der dritte Eichenbalken ist auf den ersten der beiden früher genannten gegen die Pont' alto-Brücke zu gelegt, und alle drei sind mit Eisenklammern verbunden. Der vierte Balken berührt das rückwärtige Ende der Sperre, und die zwei übrigen sind dazwischen in entsprechenden Entfernungen gelegt, alle sechs mit ihren Enden in den Felswänden eingelassen und mit Zangen aus Holz und Steinen gut befestigt und versichert."

„Ueber diese Eichenbalken liess ich in der Richtung der Fersina einen Boden aus Lärchenpfosten machen, genau aneinandergearbeitet und genagelt, mit einem Gefälle von $1^1/_2$ Fuss entgegen der Wasserströmung, welche mit ihrer Oberfläche die drei Eichenbalken bedeckten, die, wie wir sagten, die Facade überquerten. Dann habe ich auf diesem Boden von Lärchenholz

ein Pflaster aus grossen Backsteinen hergestellt, die zwischen zwei andere Lärchenhölzer eingezwängt waren, die ihrerseits das Pflaster einsäumten und an ihren Enden in die Felswände eingelassen wurden."

„Ueberdies habe ich vom Pflaster aufwärts die Bergflanken auf 5 Schuh aufwärts mit Pfosten aus Kastanienholz armieren lassen und dies, um ein Verwittern des Felsens zu verhindern."

„Schliesslich wurde an der höchsten Stelle über dem Eichenbalken, welcher gegen Pont' alto zu das Pflaster einsäumt, ein grosser Pappelbaum gelegt, welcher mit seinen Enden in die Bergwände eingelassen ist. Dieser Pappelbaum hat zwei höchst wichtigen Zwecken zu dienen, das ist zum Schutze des Eichenbalkens, auf welchem er unmittelbar ruht, und überdies um das Geschiebe zurückzuhalten, welches über das Pflaster gelangt, wodurch letzteres, sowie die ganze Abdeckung der Sperre besser geschont und erhalten werden soll. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass jedesmal, wenn dieser dem Angriffe des Wassers am meisten ausgesetzte Baum ausgerieben oder ganz weggetragen werden sollte, sofort ein anderer ähnlicher Baum an dieselbe Stelle eingesetzt werden muss; es ist daher eine ganz besondere Vorsicht, namentlich gleich nach Ablauf etwaiger Hochwässer der Fersina erforderlich."

„Ueberdies sollte man glauben, dass es sehr vortheilhaft, ja unentbehrlich scheint, die Sperre jedes Jahr einmal durch eine Consular-Commission untersuchen zu lassen, wie man dies bei jenen von Lavis zu thun pflegt, indem der Bestand dieses Baues ebenso von der guten Erhaltung der Abdeckung abhängt, wie derjenige eines Wohnhauses von der Erhaltung des Daches."

„Gleicherweise muss hier noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass, obwohl die neue, wie oben gesagt, durch mich hergestellte Strasse auf der Höhe des Berges als auf öffentlichem Grunde gelegen und der Stadt gehörig betrachtet werden kann, was aus den Consular-Acten der Jahre 1560 und 1692 hervorgeht, es doch, falls dieser Grund Privateigenthum sein sollte, erforderlich wäre, dafür zu sorgen, dass diese Zufahrtsstrasse niemals zerstört werden dürfe, sondern für immer stets benützbar bleibe für eventuelle Reparaturen an der Sperre. Von der zur Herstellung dieser Strasse erforderlichen Grundfläche habe ich die Vermessung bewirkt und gleichzeitig mit den Contracten und Ausgabsrechnungen vorgelegt."

„Nun, da die oben beschriebene Ergänzung der Thalsperre beendet ist, deren Grösse im ganzen 15 Klafter und deren Länge 12 Fuss bei je nach den Bergflanken wechselnder, nach oben zunehmender Stärke beträgt, und nachdem der zweite der drei Durchlässe mit einem geeigneten, aus einem einzigen Stück bestehenden Steinkeile verstopft ist, bleibt nichts mehr zu thun übrig, als noch die zwei anderen Durchlässe, welche nur dazu hergestellt worden sind, damit das Wasser unter den Arbeitern wegfliesst, zu schliessen. Obwohl dies jetzt nicht bewirkt werden konnte, weil die Fersina zu gross ist, hofft man auch diese Zuschliessung bald zu bewirken und hiemit das Werk der neuen Sperre vollkommen zu beendigen, welche, Gott gebe es, dem öffentlichen Wohle nützlich werden möge, wie ich es als Bürger und gewählter Consul wünsche."

„Francesco Giovanelli di Gerspurch."

Giovanelli endete die Sperre im Jahre 1752 und brachte sie auf die Gesammthöhe von 22·58 *m*.

Vom Jahre 1752 an fanden zwar mehrere grosse Ausbrüche des Fersina statt, die, wie aus den alten Schriften hervorgeht, zumeist der mangelhaften Instandhaltung der Pont' alto-Sperre zugeschrieben werden können, welche zu wiederholtenmalen in kleinen Theilen beschädigt wurde. Es geht jedoch aus den alten Schriften hervor, dass sich damals die Einwohner von Trient mehr mit verschiedenen Ideen für die Regulierung der Fersina innerhalb regelrechter Dämme, sowie von Schaffung von Ablagerungsplätzen für das Fersina-Geschiebe in der Nähe der Etsch befassten und die Sperre vernachlässigten, ja wie es scheint, fast vergessen haben, wenigstens ist in den Schriften ganzer Decennien von der Sperre nur oberflächlich Erwähnung gethan.

Im Jahre 1776 wurde die Sperre von neuem abgedeckt.

Im Jahre 1823 trat ein grosser Ausbruch der Fersina ein, welcher das Holzfluder auf der Sperre zerstörte. Bei dieser Gelegenheit wurde die Sperre in den Monaten Jänner und Februar 1824 um 12 Fuss und 7 Zoll oder um 3·98 *m* gehoben.[1] Eine weitere Hebung um 13 Fuss oder 4·11 *m* fand im Winter von 1824 auf 1825 statt, wobei das $8^1/_2$ Fuss hohe Fluder nicht miteingerechnet erscheint.

Im Jahre 1846 wurde nach einigen grösseren Fersina-Ausbrüchen die Sperre, da man eine Beschädigung derselben befürchtete, von zwei Ingenieuren, welche sich jedoch nur bis zu einer Höhe von 17 *m* unter der Krone herabliessen, untersucht und im guten Zustande befunden.

Im October 1846 zerstörte ein grosses Hochwasser die ganze Holzabdeckung der Sperre. Hiebei wurde erhoben, dass die Dicke der Sperre 14 Fuss (4·42 *m*) und die Breite 26 Fuss (8·22 *m*) betrug, und dass das alte Mauerwerk in solidester Weise hergestellt ist. Die Holzabdeckung betrug $8^1/_2$ Fuss. Im Jahre 1847 wurde statt dieser Holzabdeckung eine Hebung der Sperre um 6 Fuss (1·89 *m*) hergestellt, wobei dieselbe mit einer 2 Fuss (0·65 *m*) starken, 10 Zoll (0·26 *m*) vorstehenden Kronenschichte abgedeckt wurde, um den Sperrenkörper vor den herabstürzenden Geschieben zu sichern.

Es war dies das erstemal, dass die Holzabdeckung der Sperre für überflüssig erachtet wurde.

Nachdem zu dieser Zeit sowohl die Etsch-Regulierung bei Trient, als auch der Bau der Valsugana-Strasse, welche an der Pont' alto-Sperre vorbeiführt, im Zuge waren, wurde auf Kosten der Etsch-Regulierung eine weitere Hebung der Sperre in den Jahren 1849 und 1850 um 20 Fuss oder 6·32 *m* bewirkt. Die Dicke der Sperrenmauerung betrug 14 Fuss, diejenige der Krone 11 Fuss 3 Zoll (3·70 *m*).

Im Jahre 1857 inspicierte die Sperre der k. k. Bezirks-Ingenieur Dalbosco, welcher constatierte, dass die Sperre um 2 Fuss 4 Zoll mehr gehoben wurde, als bestimmt war, und dass die Aufmauerung nicht senkrecht, sondern bachaufwärts geneigt hergestellt wurde.

Die nächste Besichtigung der Sperre fand im Jahre 1874 statt, welche, obwohl sie allerdings nicht mit der nöthigen Sorgfalt bewirkt wurde, indem lediglich ein Feuerwehrmann bis zu einer Tiefe von 15 *m* auf einem Seile herabgelassen wurde, den guten Zustand der Sperre constatierte.

Am 11. März 1882 fand eine äusserst sachgemässe und gründliche Untersuchung der Sperre durch die Herren A. Apollonio, Wasserbau-Ingenieur des Stadtmunicipiums von Trient, und Dr. A. Obrelli, k. k. Ingenieur, jetzigem Ober-Ingenieur in Trient, statt, welche das Wasser des Fersina-Baches weit von der Sperre mittelst eines hölzernen Gerinnes ableiteten und mit Hilfe von Kübeln nicht ohne persönlicher Gefahr und grosser Aufopferung sich bis auf den Grund der Sperre herabliessen und das Mauerwerk der ganzen Façade, der Durchflüsse und der Felsenwiderlager mit anerkennenswerter Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit untersuchten.

[1] Acten der k. k. Statthalterei.

In ihrem umfassenden im Drucke in italienischer Sprache erschienenen Gutachten,[1] aus welchem hier vorwiegend geschöpft ist, führen sie alle auf die Sperre bezughabenden historischen und technischen Momente in umfassendster Weise an und kommen hiebei zu nachfolgendem Schlusse:

„Die Sperre von Pont' alto ist auf ausgezeichnetem Felsengrunde fundiert und zwischen Felsflanken bester Qualität eingespannt. Vom Standpunkte der Stabilität ist die Sperre mit Rücksicht auf die Dicke der Mauer und die Tragkraft des Gewölbebogens mehr als genügend geeignet, sowohl dem Druck des hinter der Sperre angesammelten Geschiebes als auch dem Eigengewicht des Baues Widerstand zu leisten. Sie ist mit grosser Sorgfalt nach den besten Regeln der Kunst derart hergestellt und hat keinen derartigen Schaden gelitten, dass ein Einsturz in unmittelbar folgender oder nahe bevorstehender Zeit befürchtet zu werden brauchte, gleichwohl werde es nothwendig sein, einige Vorsichtsmaassregeln zu treffen, um zufällige Vorkommnisse zu verhüten, die durch die Wasserfiltration verursachte Verwitterung zu neutralisieren und so die wenn auch weit entfernte Gefahr eines Einsturzes zu vermindern, indem Arbeiten ausgeführt werden, welche nach dem competenten Gutachten der Sachverständigen als geeignet betrachtet werden können, die Sperre zu erhalten, zu befestigen und sie den künftigen Generationen unter beruhigenden Verhältnissen übergeben zu können.

In Gemässheit dieser Erörterung stellten die Herren Obrelli und Apollonio folgende Anträge:

1. Alle nicht verlässlich erscheinenden, bröckligen Felspartien, welche aus der Höhe der Felswände auf die Thalsperre oder auf die Geschiebehinterfüllung herabzufallen drohen, wodurch derartige Erschütterungen hervorgerufen werden könnten, dass die Krone oder das Sperrenmauerwerk brechen könnte, sind in kleinen Partien abzuarbeiten.

2. Ein am Boden des dritten Durchlasses fehlender Stein ist zu ergänzen.

3. Die dickeren Strahlen des durchfiltrierenden Wassers am Fusse der Sperre und in den drei unteren Durchlässen sind in starke, gusseiserne Röhren einzufangen und diese Durchlässe derart zu vermauern, dass das Wasser gezwungen werde, sich durch diese eisernen Röhren zu ergiessen, wodurch die Solidität der Sperre vergrössert würde.

4. Diese Arbeiten sind sofort auszuführen, als es die Niederwässer des Baches zulassen.

5. Die Sperre ist mindestens alle zehn Jahre zu revidieren und sind die gefundenen Zustände mit aller Genauigkeit aufzuzeichnen, um jede inzwischen eingetretene Aenderung bemerken und die zu treffenden Maassregeln beurtheilen zu können.

Zum Schlusse empfehlen die Experten die Beobachtung der Sperre nicht nur den Behörden, sondern jedem guten Bürger überhaupt, und weisen darauf hin, welch ein wohlthätiges und mächtiges Bollwerk gegen den drohenden Wildbach dieselbe zu jeder Zeit gewesen und es noch gegenwärtig ist."

Diese Anträge der Experten sind seitdem auch ausgeführt worden.

Schliesslich muss noch erwähnt werden, dass die Sperre seither noch zweimal erhöht worden ist und zwar das erstemal im Jahre 1883 um die Höhe von 1·70 *m* und das zweitemal im Jahre 1887 um 2·20 *m*.

Beide Erhöhungen hatten mit Rücksicht auf das umfassende aus dem Situationsplane Tafel 28, Fig. 2, und dem Längenprofil Tafel 28, Fig. 7, ersichtliche Sammelbecken eine wesentliche Zurückhaltung der Fersina-Geschiebe zur Folge, was sich im Fersina-Bette unterhalb der Cornichio-Brücke durch eine eingetretene Sohleneintiefung bemerkbar machte.

Trotzdem nun eine momentane Gefahr bei der Pont' alto-Sperre nicht constatiert wurde, so ist es klar, dass dieselbe schon mit Rücksicht auf ihre enorme Höhe und die unbekannte Beschaffenheit der unsichtbaren Widerlager, welche möglicherweise doch durch Filtrationen oder durch Verwitterung im Laufe von Jahrhunderten eine gefährliche Verwitterung erlitten haben könnten, weiters auf die ausserordentlich grosse Inanspruchnahme des Bausteinmateriales auf Druck, den berufenen Factoren nicht diejenige Beruhigung bieten konnte, welche für den Bestand eines derartig wichtigen Objectes unerlässlich ist.

Wenn man bedenkt, dass der Einsturz der 38·50 *m* hohen Thalsperre so enorme Geschiebemassen herunterführen müsste, dass das Bett der regulierten Fersina oberhalb Trient schon mit einem geringen Theile derselben bis zur Krone der dasselbe beiderseits begrenzenden Dämme vollkommen ausgefüllt werden müsste, der Rest aber die Stadt Trient verschütten müsste, wobei der entfesselte Wildbach sich mitten durch die Stadt Trient, alles zerstörend, ein neues Bett graben würde, so ist es klar, dass die Perle des italienischen Südtirols dieser Gefahr nicht sorglos überlassen werden durfte und konnte.

Ein Blick auf die Querprofile der Fersina unterhalb der Cornichio-Brücke auf Tafel 37, Fig. 7—11, zeigt, dass nur sehr wenig noch gefehlt hat, dass im Jahre 1882 nach dem Bruche der alten Cantanghel-Sperre das Bachbett bis zur Krone verschüttet worden wäre. Und doch hatte diese Sperre lange nicht die halbe Höhe der Pont' alto-Sperre und die von ihr zurückhaltende Geschiebemasse ist, wie aus dem vom Verfasser aus verschiedenen Daten übersichtlich zusammengestellten Längenprofile der Fersina längs aller Thalsperren auf Tafel 27, Fig. 5, ersichtlich ist, nur ein kleiner Theil jener ungeheueren Geschiebemassen, welche durch die Pont' alto-Sperre gegenwärtig zurückgehalten werden. Hiezu kommt aber noch der fatale Umstand, dass ein Bruch der Pont' alto-Sperre unbedingt auch den Einsturz der jetzt wieder hergestellten Cantanghel-Sperre zur Folge haben müsste, da letztere nicht auf Fels, sondern in einem Boden fundiert ist, welcher durch die Pont' alto-Sperre festgehalten wird, ein Umstand der aus dem Längenprofile Tafel 27, Fig. 5, deutlich hervorgeht. Es würde somit das Materiale hinter der Cantanghel-Sperre beiläufig hinreichen, um das Fersina-Bett ober Trient ganz auszufüllen, während das Geschiebe des Pont' alto für die Verschüttung von Trient disponibel bliebe. Dass aber dieses mehr als hinreicht, ist klar. Daraus ergibt sich, dass der Bruch der Pont' alto-Sperre mit der Zerstörung Trients gleichbedeutend wäre. Konnten im Jahre 1882 die heldenmüthigen Anstrengungen der Garnison Trient vor einem Ausbruch des Fersina retten, so war dies nur darum möglich, weil die herabkommenden Geschiebe doch nicht das ganze Bachbett ausgefüllt und dem Wasser immerhin noch Raum gelassen hatten. Keine irdische Macht aber gibt es und kein menschliches Hilfsmittel, um Trient zu retten, wenn die Thalsperre von Pont' alto zum Bruche gelangen sollte. Nur die wildeste Flucht alles Lebenden bliebe übrig, wenn sie nicht schon zu spät käme.

Die im Frühjahre 1883 vorgenommenen Ausbesserungen sind selbstverständlich nothwendige Vorsichten, aber für den Bestand der Sperre im grossen nur von gänzlich untergeordneter Bedeutung. Dies gilt umsomehr, als die Beschaffenheit des Objectes jede Möglichkeit ausschliesst, in demselben gründliche und ausreichende Verstärkungen anzubringen.

Es musste daher naturgemäss daran geschritten werden, die Pont' alto-Sperre durch Anlage einer Art Vorsperre zu ver-

[1] La serra di Pont' alto, rilevata ed ispezionata li 11. Marzo 1882.

sichern, letztere aber so hoch zu machen, dass die erstere zum grössten Theile entlastet würde.

Das Project für diesen imposanten Bau wurde von Herrn Dr. Karl de Pretis, Ingenieur der Stadtgemeinde Trient, in gediegenster Weise verfasst und am 31. März 1884 der Fersina-Genossenschaft (Delegazione fersinale) in Trient vorgelegt.

Diese unter ganz ausserordentlichen technischen Schwierigkeiten, welche zu bewältigen nur ein Mann von der seltenen wissenschaftlichen Bildung, Gewissenhaftigkeit, Umsicht und Erfahrung des Dr. de Pretis in der Lage war, in den Jahren 1885 und 1886 erbaute 40·1 *m* hohe Sperre ist die Sperre in der Localität „alla Madruzza", deren allgemeine Lage aus der Situation Tafel 27, Fig. 2, und deren Verhältnis zur Pont' alto-Sperre aus den Längenprofilen Tafel 27, Fig. 4 und Fig. 5 ersichtlich ist.

Der besonderen Beschreibung dieses grossen Baues, welcher neben den seltenen Dimensionen der Anlage manche hochinteressante Einzelnheiten der Detail-Anordnung enthält, wird ein nachfolgendes Capitel der vorliegenden Schrift gewidmet.

So steht nun die alte Pont' alto-Sperre durch die Sorge der jüngeren Generation entlastet da und überlässt den grössten Theil des bisher aufgenommenen Druckes der wohlgefügten, kräftigst angeordneten Construction der Madruzza-Sperre.

Hiemit sind wir bis in die jüngste, in der technischen Literatur bisher unbekannte Gegenwart dieses interessanten Baues gelangt und schliessen daher den historischen Theil dieser Abhandlung.

C. Die Constructionsart der Pont' alto-Sperre.

Die Construction der Sperre ist aus Tafel 27 in welcher die Fig. 6, 7 und 8 die Vorderansicht, den Längendurchschnitt, die Oberansicht der Kronenschichte, und die Fig. 9, 10 und 11 drei Querschnitte des Sperrenmauerwerkes zeigen, ersichtlich.

Die enge Erosionsschlucht, in welcher sich die Sperre befindet, ist unterhalb des Wasserfalles gemessen 3·40 *m*, beiläufig in der Mitte 7 *m* und an der Sperrenkrone gegen 10 *m* breit. Gleich oberhalb der Sperre erweitert sich diese Schlucht zu einem weiten Bassin, wie aus der Situation Tafel 27, Fig. 2, zu entnehmen ist. Dieses Umstandes wegen, wurde eben diese Stelle als Baustelle der Pont' alto-Sperre gewählt, indem hier mit verhältnismässig verschwindenden Mitteln ungeheuere Mengen von Geschieben zurückgehalten werden können, welche, falls sie bis zur Etsch gelangen würden, dort grossentheils liegen bleiben und einen Staurücken zum Nachtheile des Oberlaufes der Etsch bilden müssten, da die Etsch ihr Gefälle nach ihrem eigenen Bedürfnisse, nicht aber nach den Verhältnissen des Fersina-Baches sich ausbildet und daher nicht die Kraft hat, so grobes Geschiebe fortzuführen. Die Thalsperre ist daher eine Stausperre ersten Ranges, wie sie in dieser Grösse der Anlage und Wirkungsweise wohl kaum mehr vorkommt. Es versteht sich von selbst, das hiebei nur von geschiebehaltenden Sperren in Wildbächen, keineswegs von Reservoirmauern und Dämmen die Rede ist, die zu Zwecken der Wassermagazinierung errichtet zu werden pflegen; diese letzteren erreichen allerdings mitunter auch die Höhe der Pont' alto-Sperre, wie zum Beispiel die Mauern der Reservoire von St. Etienne (Furens) und von Puentes in Spanien, welche 50 *m* also noch 10 *m* höher sind, als die Pont' alto-Sperre, oder die Mauer des Reservoirs von Chamond (Ban), welche 42 *m*, also 2 *m* höher ist, wogegen die Mauern der Reservoire von Habra (Algier) und desjenigen von Komotau bloss 35 *m* hoch, also 5 *m* niedriger sind als die Sperre von Pont' alto.[1]

Unterhalb der Thalsperre von Pont' alto verengt sich das Thal zu der engen, furchtbaren Schlucht, von welcher die photographischen Ansichten eine nur annäherungsweise Vorstellung geben, und welche sich bis zur Cornichio-Brücke erstreckt.

Das Bauwerk selbst hat eine Gesammthöhe von 37·90 *m*,[2] eine Breite von 4·50, *m* an der Basis, ca. 7 *m* in der Mitte und 10 *m* oder nach der neuerdings vorgenommenen Erhöhung etwas darüber an der Krone.

Im Grundriss stellt die Sperre, wie aus Tafel 27, Fig. 8 bis 11, zu entnehmen ist, ein kreisförmiges Segmentgewölbe dar, wobei der Halbmesser der inneren Laibung im oberen Theile 11 *m*, im unteren aber 13·20 *m* beträgt. Die Aussenwand der Sperre ist weder senkrecht, noch hat sie einen Anlauf, sondern liegt im Gegentheile das obere Ende, also die Mitte der Laibung an der Krone um 50 *cm* mehr bachabwärts als der entsprechende Fusspunkt, so dass die Sperre nach vornüber geneigt ist.

Dass eine Neigung der Sperrenmauer aus der Verticalen durch den Druck des dahinter befindlichen Geschiebes verursacht worden wäre, ist bisher von keinem der vielen Ingenieure, die die Sperre untersuchten, behauptet worden, im Gegentheile wurde der intacte Zustand der Kämpfer immer constatiert.

Ob daher diese Neigung sich im Laufe der Zeit zufällig ergeben habe oder absichtlich hergestellt wurde, um den Fluss der Sperre dem Kolke des herabstürzenden Wassers und der Beschädigung durch die herabstürzenden Geschiebe zu entziehen, mag dahin gestellt sein.

Die Sperre ist in regelmässigen, horizontalen Schichten von 50 bis 100 *cm* Höhe hergestellt, wobei die einzelnen Quadern auf das sorgfältigste nach der Schablone bearbeitet sind. Im älteren Theile sind die Quadern höher als breit, im neueren hingegen umgekehrt.

Die Mauerstärken variieren von 1·99 *m* im untersten Theile abgesehen, im allgemeinen zwischen 3·98 und 4·98 *m*, wie aus dem Querschnitt auf Tafel 27, Fig. 7, zu entnehmen ist.

Der Eingriff jedes Steines beträgt mindestens 1·40 *m* und es scheint, dass die ganze Dicke der Sperre aus je drei Steinen gebildet ist.

Das Volumen der einzelnen Steine ist nicht so gross, als in Giovanelli angegeben erscheint, denn es finden sich auch einzelne der kleinsten Steine, welche bloss 0·33 m^3 haben, während die grössten Steine allerdings bis 1·30 m^3 im Volumen besitzen.

Beiläufig in der halben Höhe der Sperre befindet sich ein Entlastungsbogen, welcher auch in der Ansicht auf Tafel 27, Fig. 6, ersichtlich ist. Das Mauerwerk unter diesem ist schlechterer Qualität, so dass gelegentlich der Erhöhung der Sperre offenbar Bedenken getragen worden war, das neue Mauerwerk unmittelbar auf das alte zu setzen.

Durchlässe befinden sich im ganzen vier an der Zahl. Unter dem dritten Durchlass fehlte ein Stein, was auch in der erwähnten Ansicht ersichtlich ist. An dieser Stelle waren auch offenbar infolge des Druckes des dahinter liegenden Geschiebes einige Steine etwas aus der Ordnung gebracht.

[1] Professor A. R. Harlacher: Das Reservoir im bösen Loch bei Komotau. (Technische Blätter, Vierteljahrschrift des deutschen polytechnischen Vereines in Böhmen.) Prag 1871.

[2] Die Herren Abrelli und Apollonio constatierten 1882 eine Höhe von 34 *m*, welche seither um 3·9 *m* gehoben wurde.

Im obersten Drittel befindet sich eine etwas vorspringende Quaderschichte, welche offenbar bezwecken sollte, das Wasser von dem Sperrenkörper abzuhalten.

D. Ueber die Erosion am Fusse der Thalsperre.

Bei einer Thalsperre von der bedeutenden Fallhöhe von 40 *m*, von welcher nicht nur Wassermassen von einigen Hunderten Cubikmetern per Secunde bei Hochwässern, sondern auch massenhafte Geschiebe und Steinblöcke bis zu fünf Meter-Centnern durch Jahrhunderte herabstürzen, wo überdies durch Abbröckelung des Gesteines in der zur Winterszeit ganz vereisten Schlucht ganze Felspartien der Scaglia zum Absturze gelangen, ist wohl die Frage naheliegend, welche Folgen diese Verhältnisse auf das Bachbett unterhalb der Thalsperre haben und ob der Fuss derselben auch als gesichert betrachtet werden könne. Soviel ist gewiss, dass, wenn dieses Bett vor der Sperre nicht aus compacten Felsen bestehen würde, ganz ungewöhnliche Vorkehrungen nöthig wären, den Fuss der Sperre gegen Unterwaschung zu sichern und da müsste es noch fraglich erscheinen, ob selbst derartige Vorkehrungen auf die Dauer eine genügende Sicherheit gewähren können.

Die Sperre von Pont' alto ist jedoch glücklicherweise auf compacten Fels, und zwar festem Lias-Kalk fundiert, aus welchem Gestein auch die ganze Sohle der Schlucht bachabwärts besteht.

Trotzdem haben die Herren Ingenieure Obrelli und Apollonio Versuche über den Fall des Wassers und der Geschiebe angestellt und die vorgefundenen Verhältnisse auf ihre Ursachen und Wirkungen in so gründlicher und geistreicher Weise untersucht, dass dies mit Rücksicht auf im Gebirgsbau häufig vorkommende ähnliche Fälle nicht unerwähnt bleiben kann, wenn auch das Resultat der genannten Untersuchungen für die Pont' alto-Sperre ein beruhigendes gewesen ist.

Wenn man den Schnitt der Thalsperre auf Tafel 27, Fig. 7, betrachtet, so bemerkt man unter dem Fusse derselben einen senkrechten Felsabsturz und unter diesem erst eine wellenförmige flache Aushöhlung, die dem geübten Auge sofort als Kolk erkenntlich ist. Man könnte sich nun leicht zu der Vermuthung hinreissen lassen, dass die Thalsperre in ihrer ältesten Anlage derart fundiert worden ist, dass der damalige Wasserspiegel den Fuss der Thalsperre erreichte und der ganze Höhenunterschied zwischen dem Thalsperrenfusse und der Bachsohle unterhalb der Sperre durch die fast 345 Jahre wirkende Auskolkung entstanden sei.

Dem ist aber doch nicht so, denn die senkrechte Felswand unter dem Mauerfuss zeigt durch ihre körnige, bröcklige und den übrigen Felswänden ganz gleiche Structur ganz zweifellos, dass sie nicht durch Auskolkung entstanden ist, während der untere Theil der Aushöhlung in einer Tiefe von etwa 1·80 *m* sowohl durch seine regelmässige Form, als durch die vollkommen geschliffene Oberfläche sofort als Kolk kenntlich ist.

Wird diese Eintiefung des Bachbettes auf die Dauer der Kolkung infolge des Wasserabsturzes von der Thalsperre, das ist auf 345 Jahre vertheilt, so ergibt sich für jedes Jahr beiläufig ein halber Centimeter oder ein halber Meter per Jahrhundert.

Es ist nun unmöglich zu bestimmen, ob diese Eintiefung gerade gleichmässig innerhalb des ganzen Zeitraumes vor sich gieng, und ob sie in Zukunft in derselben Weise fortschreitet; wird aber erwogen, dass einerseits durch die stetige Hebung der Thalsperre die erodierende Kraft des Wassers immer vergrössert wurde, anderseits aber durch die Zurückhaltung der Geschiebe der Abrieb bedeutend verkleinert werden musste, so wird man nicht viel fehlgehen, wenn man annimmt, dass sich diese beiden Wirkungen wohl gegenseitig aufgehoben haben und daher die jährliche Eintiefung des Bachbettes wohl ziemlich gleichmässig vor sich gieng.

Sehr interessant und für die Anlage neuer Sperren leider viel zu wenig berücksichtigt sind die Versuche, welche von den Herren Apollonio und Obrelli rücksichtlich der Art und Weise angestellt wurden, in welcher die Geschiebe von der Thalsperrenkrone herabfallen.

Es wurden beispielsweise zwölf Steine von der durchschnittlichen Grösse bedeutenderer Geschiebe der Fersina, also bis zum Gewichte von einem halben Meter-Centner ausgesucht und auf die Thalsperrenkrone derartig gelegt, dass vier von ihnen in die Mitte und je vier an die rechte und linke Flanke zu liegen kamen. Nun wurde, da bei diesen Versuchen die genannten Ingenieure sich in der Thalschlucht unten befanden und daher das Wasser des Fersina-Baches mit Hilfe eines hölzernen Canales über sie hinweg geleitet werden musste, diesen Steinen nach einander ein Stoss ertheilt, welcher nach gemachten Versuchen dem Wasserstosse des Fersina-Baches bei einem bestimmten Wasserstande entsprach und die Fallcurven der herabfallenden Steine beobachtet.

Diese Beobachtung ergab folgende Resultate:

Die Steine, die in der Mitte der Sperre lagen, beschrieben eine ganz regelmässige Parabel und fielen direct in den Kolk am Fusse der Thalsperre in einer Entfernung von ca. 3 *m* von letzterem entfernt nieder. Die Steine, welche seitwärts an der Sperrenkrone gelegt worden waren, schlugen bald an die Felswände an und fielen 8 bis 12 *m* vom Sperrenfusse entfernt im Bachbett nieder.

Daraus ziehen die Herren Apollonio und Obrelli den Schluss, dass die vom Wasser über die Sperrenkrone herabgestürzten Geschiebe eine Fallcurve beschreiben, welche sich von der Vorderfläche der Sperre mit zunehmender Tiefe immer mehr entfernt, wie dies auch der Theorie des freien Falles entspricht.

Diese Erfahrung hat aber eine grosse Bedeutung, denn würde die Sperre, wie es allgemein Brauch ist, einen Anlauf nach vorne haben von etwa einem Sechstel der Höhe, so würde dieser Anlauf 6·67 *m* betragen, es würden daher die meisten Geschiebe, die über die Sperrenkrone gelangen, mit ungeheuerer Wucht auf den Sperrenkörper fallen und diesen jedenfalls schädigen.

So günstig also diese gebräuchliche Form der Sperrenmauer mit einem Anzuge vom Standpunkte der Stabilität gegen Wasser- und Geschiebedruck ist, so ungünstig ist sie für den Fall der Geschiebe über die Sperrenkrone und es kann daher die schon sehr alte und gute und doch so selten befolgte Regel, Thalsperren nach vorne senkrecht anzulegen und die Mauerverstärkung bachaufwärts anzuordnen, nicht genug empfohlen werden.

Ganz besonders gilt dies bei Thalsperren von grösseren Höhen, bei denen die den Geschieben durch die Stosskraft des fliessenden Wassers ertheilte Geschwindigkeit nie so gross sein kann, dass die Fallcurve des Geschiebes ganz vor die äussere Böschung der Thalsperre zu liegen käme, ohne dieselbe zu schneiden, was bei kleineren Sperren und grossen Wassergeschwindigkeiten immerhin möglich ist.

53. Capitel.

Die Madruzza-Thalsperre im Fersina-Wildbach.

A. Einleitung.

Obwohl der Zustand der Pont' alto-Sperre, wie schon erwähnt wurde, nicht so besorgniserregend war, dass eine momentane oder naheliegende Gefahr vorlag, so schlugen doch die Projectanten vor, den Bau der neuen Sperre in der Localität

„alla Madruzza" sobald als möglich in Angriff zu nehmen. Denn die Möglichkeit eines Einsturzes der Pont' alto-Sperre zugegeben, konnte niemand auch nur annäherungsweise den Zeitpunkt vorhersehen, in welchem sich dieser Einsturz verwirklichen könnte und je eher man denselben unmöglich gemacht hatte, desto besser musste es offenbar sein. Uebrigens würde sich der Vortheil, den man durch eine Verspätung des Baues erreichen könnte, auf die Ersparung der einer solchen Verspätung entsprechenden Zinsen des Baucapitales beschränken und ein solcher Vortheil ist gewiss verschwindend klein im Vergleiche mit jenem, der darin besteht, sich sobald als möglich vor jeder Beunruhigung hinsichtlich der Stabilität der Pont' alto-Sperre zu befreien.

Tafel 27, Fig. 2, 3, 4 und 7 und Tafel 27, Fig. 12 bis 19 enthalten ausführliche Darstellungen dieser Sperre, welche Verfasser der gütigen Mittheilung des Herrn Dr. Karl de Pretis, Ingenieur der Stadt Trient und leitender Ingenieur der Wassergenossenschaft des Fersina-Baches bei Trient (Delegazione Fersinale di Trento), von welchem Herrn das vorliegende Project entworfen und der Bau ausgeführt wurde, verdankt.

B. Die Wahl der Baustelle.

Um die Baustelle zu wählen, mussten an der geeignet erscheinenden Stelle erst Nothgerüste und Leitern aufgestellt werden, die es möglich machten, in die ganz unzugängliche furchtbare Fersina-Schlucht herabzusteigen und die genaue Form derselben aufzunehmen.

Ueber diese schwierige Operation erstatteten die Herren Ingenieure de Pretis und Apollonio einen eigenen interessanten Bericht, auf den hier nicht weiter eingegangen werden kann. Den äusserst schwierigen, nur mit Aufgebot aller Energie zu bewältigenden Verhältnissen entsprechend, fielen auch die Kosten dieser Operation verhältnismässig höher aus, als dies bei einfachen Recognoscierungen für andere leichtere Bauten vorzukommen pflegt.

Die nähere Aufnahme hat die Zweckmässigkeit der gewählten Stelle, welche beiläufig 80 *m* thalabwärts von der bestehenden Pont' alto-Sperre liegt, bestätigt. Die Schlucht ist an dieser Stelle beinahe durchgehends sehr eng und der Grund besteht aus sehr hartem Felsen. Obwohl er von unten herauf eine allmählich zunehmende Verwitterung an der Oberfläche zeigt, so ist er dennoch von solcher Beschaffenheit, dass er eine vollkommene Sicherheit für die seitlichen Widerlager der Sperre bot, namentlich weil dieselben in den Felsen so tief eingeschnitten wurden, dass die Kämpfersteine auf das feste unverwitterbare Gestein zu liegen kamen.

Es wurde übrigens auch für den Schutz der felsigen Widerlager gegen jede weitere Verwitterung, wie später ausgeführt werden wird, schon im Projecte entsprechende Sorge getragen.

Die Baustelle bot auch den anderen Vortheil, dass die Schlucht, ohne sich merklich zu erweitern, ja sich im Gegentheile stellenweise verengend, bis zur Höhe der Poststrasse aufsteigt, d. i. bis nach beiläufig weiteren 30 *m* über die Krone der projectierten Thalsperre. Es würde nicht nur möglich, sondern relativ leicht sein, diese Sperre später zu erhöhen, falls sich im Laufe der Zeiten die Zweckmässigkeit oder Nothwendigkeit einer solchen Erhöhung herausstellen sollte, wie dies so oft bei der Pont' alto-Sperre vorgekommen ist.

Diese Situation ist aus Tafel 27, Fig. 2, deutlich zu entnehmen.

Im Niveau der Poststrasse und in nächster Nähe der Schlucht besteht ein ziemlich geräumiger ebener Platz, welcher sich während des Baues sehr gut zum Materialdepot geeignet hat; die obere Lichtweite der Schlucht ist dabei so mässig, dass man ohne beträchtliche Kosten ein Holzgerüst über dasselbe herstellen konnte, um auf demselben Krahne und andere Mechanismen behufs Senkung des Materiales einzurichten.

C. Beschreibung der Sperre.

Wie aus Tafel 27, Fig. 12 und 13, zu entnehmen ist, beträgt die Höhe der Sperre 41 *m* und hat die Kronenkante die Meeres-Cote von 306·10 *m*.

Die Krone der bestehenden Sperre von Pont' alto hat seit den in den Jahren 1883 und 1887 vorgenommenen Erhöhungen die Meeres-Cote von 318·60 *m* und erhebt sich daher, wie aus Tafel 27, Fig. 4, zu entnehmen ist, nur um 12·50 *m* über die Krone der neuen Sperre.

Dieser oberste Theil der Pont' alto-Sperre ist gänzlich seit dem Jahre 1847 gebaut worden, und zwar 2·18 *m* im Jahre 1847, 5·77 *m* im Jahre 1850, 2·35 *m* im Jahre 1883 und 2·20 *m* im Jahre 1887 und bietet jede gewünschte Sicherheit sowohl rücksichtlich der Dimensionen, als der guten Ausführung, von welcher man genaue Kenntnis besitzt. Dieser Erwägung entspringt die Wahl der Baustelle und der Höhe der Madruzza-Sperre, durch welche also nur derjenige Theil der Pont' alto-Sperre versichert wurde, über den man nicht vollkommen beruhigt ist.

Die neue Sperre ist gänzlich aus Quadermauerwerk hergestellt, wobei die einzelnen Quadern als Gewölbsteine keilartig nach der Schablone bearbeitet und auch die Widerlager in den seitlichen Felswänden genau nach der Richtung des der betreffenden Schichte zukommenden Radius ausgearbeitet sind.

Bei dieser Construction und bei der beschränkten Weite der Schlucht kann die Sperre wie ein Gewölbe betrachtet werden, welches einer gleichförmig vertheilten, in der Richtung des Radius wirkenden Belastung zu widerstehen hat. Diese Belastung entspricht in jeder horizontalen Schichte dem betreffenden hydrostatischen Drucke, welcher durch die Tiefe der Schichte unter der Mauerkrone bestimmt ist. Der von dieser Belastung hervorgebrachte seitliche Druck, welcher normal von einem Gewölbstein zum anderen und von dem Gewölbe auf „die seitlichen, unverrückbaren Widerlagerflächen (bezw. Kämpferfugen) übergeht, bleibt in der ganzen vom Gewölbe gebildeten segmentförmigen Ringfläche constant und ist nach der bekannten Formel von Navier gleich der einseitlichen Belastung multipliciert mit dem Krümmungshalbmesser.

Wenn man die zwei Punkte berücksichtigt, an welchen dieser Druck ein Maximum werden kann, so findet man einen davon in der Tiefe von 14·10 *m* unter der Krone, welcher der tiefsten Stelle entspricht, wo der grösste Radius angewendet wird, den anderen auf der Sohle des Objectes, wo der hydrostatische Druck das Maximum erreicht, dagegen der Radius der kleinste ist.

Indem man die Höhe des grössten Hochwassers über der Krone zu der relativen Tiefe der betrachteten Schichte unter der Krone addiert, ergibt sich der gesuchte Druck am ersten der bezeichneten Punkte

$$(5{\cdot}00 + 14{\cdot}10)\ 1000 \times 12{\cdot}00 = 229{\cdot}200$$

und in dem zweiten

$$(5{\cdot}00 + 41{\cdot}00)\ 1000 \times 7{\cdot}75 = 356{\cdot}500\ kg,$$

da die entsprechenden mittleren Krümmungsradien 12 und 7·75 *m* betragen.

Die Mauerdicke ist im ersten Punkte 4 *m*, im zweiten Punkte 5·50 *m*, es ergibt sich somit unter Annahme einer gleichförmigen Vertheilung des oben ermittelten Druckes eine Inanspruchnahme des Materiales von 5·73 und 6·483 *kg* per Quadrat-Centimeter.

Nimmt man auch an, dass sich der Druck nicht vollkommen gleichmässig auf die ganze Mauerbreite vertheile,

sondern dass sich der Mittelpunkt des Druckes im Drittel der Mauerbreite statt in der Mitte befindet, wie man bei dem gewöhnlichen Gewölbe vorauszusetzen pflegt, so ergibt sich die seitliche Maximalpression, welcher das Baumateriale an der gepressten Stelle zu widerstehen hat, mit 11·46, bezw. 12·97 *kg* in der untersten Schicht. Dieser Druck ist kaum $^1/_{23}$ der Bruchbelastung, welche für den Trienter Kalkstein mit beiläufig 300 *kg* per Quadrat-Centimeter angenommen werden kann.

Den grössten verticalen durch das Eigengewicht der Construction ausgeübten Druck hat selbstverständlich die unterste Schichte zu tragen. Diese hat eine Mauerbreite von 5·50 *m* und trägt per laufenden Meter eine Mauermasse von $\frac{5·50 + 3·50}{2} \times 40·00 = 184·50\ m^3$, welche zu 2500 *kg* per Cubikmeter gerechnet, einen Gesammtdruck von 461.250 *kg* ausübt. Hiezu für den Hochwasserstand von 5 *m* weitere $5·00 \times 3·50 \times 1000 = 17.500$ *kg* gerechnet, resultiert ein Gesammtdruck auf der untersten Schichte von 478.750 *kg* per laufenden Meter. Dieser Druck vertheilt sich unzweifelhaft in gleichmässiger Weise auf die gesammte gedrückte Fläche von $100 \times 550 = 55.000\ cm^2$ und entspricht daher einer Inanspruchnahme von 8·632 *kg* per Quadrat-Centimeter, also wenig über den 35ten Theil der Bruchbelastung.

Die vorhergehenden Berechnungen rechtfertigen daher die ausgeführten Dimensionen, welche bei vollkommener Sicherheit noch eine weitere nicht unbedeutende Ueberhöhung zulassen würden.

Um aber die Gewissheit zu haben, dass der Druck in Wirklichkeit in keinem Punkte des Mauerwerkes grösser als der oben berechnete ausfallen wird, war es erforderlich, die Sperre mit besonderer Sorgfalt auszuführen, was auch thatsächlich geschehen ist.

Ein gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk, in welchem die einzelnen Steine nicht die genaue Form der keilartigen Gewölbsteine hätten, würde den horizontalen Druck nicht vollkommen auf die von unverrückbaren Felsen gebildeten Widerlager übertragen und hätte daher diesem Druck grösstentheils durch das eigene Gewicht und durch die Cohäsion des Mörtels zu widerstehen. Bei dieser Annahme müssten aber die die Dimensionen beträchtlich grösser angenommen werden, um vollkommen Sicherheit und die Beruhigung zu bieten, in welcher eigentlich der Hauptzweck der ganzen Construction gelegen ist.

Eine andere wichtige Vorsicht für den Bestand der Sperre besteht in dem Schutze der seitlichen Felsenauflager gegen Beschädigung und weitere Verwitterung. Zu diesem Zwecke wurde ein Gewölbe über der Schlucht ausgeführt, dessen äussere Laibung im Niveau der Sperrenkrone liegt, und sich an dieselbe anschliesst. Durch dieses Gewölbe und die seitlichen Futtermauern wird der an der Sperre entstehende Wasserfall um 6 *m* von der Frontseite der Sperre entfernt.

Obwohl diese Construction die Kosten der Sperre um ca. 7000 fl. erhöhte, so war sie dennoch umso nothwendiger, als die Schlucht im unteren Theile nicht nur immer enger wird, sondern dabei ihre Mittellinie so liegt, dass sie auf dem Grunde um beiläufig 3 *m* gegen das linke Ufer, von der dem Mittelpunkte der Krone entsprechenden Lothrechten absteht. Es folgt daraus, dass der Wasserfall direct gegen die Seitenwände vorzüglich auf der rechten Uferseite anprallen wird, ehe das Wasser auf den Bachgrund gelangen kann.

Die unausgesetzte Wirkung des Wasserstosses und der bei Hochwasser mitgeführten Geschiebe würde nach und nach die Felsenwände abbrechen und diese Action würde sich fortsetzen, bis nahezu ein freier Weg bis zum Grund auf die ganze Breite des Wasserfalles, welche 10 *m* beträgt, gebildet sein würde. In Wirklichkeit hat man bei der bestehenden alten Pont' alto-Sperre diese Wirkung des Wasserfalles constatieren können, und die Beschädigung der seitlichen Felsenwiderlager trug wesentlich zu den Befürchtungen bei, welche hinsichtlich der Standfestigkeit dieser Sperre bestanden, da diese Beschädigung an verschiedenen Stellen so fortgeschritten ist, dass die seitlichen Widerlager des Mauerwerkes, welche ursprünglich gewiss nicht unbedeutend in den Felsen eingeschnitten waren, gegenwärtig vollkommen sichtbar sind.

Das bei der neuen Sperre hergestellte Gewölbe schützt die von den Felsen gebildeten Widerlager der Sperre nicht nur bis wenigstens 6 *m* Entfernung vom Kämpfer gegen die zerstörende Einwirkung des Wasserfalles, sondern auch gegen die langsame, durch Frost und Aufthauen hervorgebrachte Verwitterung.

Das Gewölbe hat, wie aus Tafel 27, Fig. 12, zu entnehmen ist, eine Lichtweite von 10 *m* und eine Pfeilhöhe von 1 *m*. Die Gewölbstärke ist mit Berücksichtigung einer Wasserhöhe von 5 *m* berechnet. Die Front ist aus Granit-Quadern gebildet, damit sie der Abnützung besser widerstehe, welche durch die Reibung der vom Bache bei Hochwasser mitgeführten Geschiebe hervorgebracht wird.

Die Stirngewölbsteine haben eine um 0·10 *m* grössere Stärke als das innere Gewölbe, so dass sie stromaufwärts einen Absatz bilden, gegen welchen sich Platten aus hartem Porphyr anlehnen, die die obere Abdeckung des Gewölbes und der Sperrenkrone bilden und den Zweck haben, die ganze Oberfläche gegen die erwähnte Abnützung zu schützen.

Wenn diese Abdeckung der Abnützung auch nicht vollkommen widerstehen sollte, so wird es dennoch immer leicht und nicht kostspielig sein, dieselbe nach Bedarf zu erneuern, während eine Auswechslung der Kronenschichte und hauptsächlich der Gewölbsteine sehr umständlich und mit grossen Kosten verbunden wäre.

Um auch die Steine des Gewölbes ohne grosse Kosten eventuell erneuern zu können, sind die betreffenden Wölbsteine aus Granit im Sinne der Gewölbstärke aus zwei Werkstücken gebildet, von welchen die oberen nach Bedarf durch neue ersetzt werden können, während das von den unteren gebildete Gewölbe unangetastet bleibt, wodurch man der Nothwendigkeit enthoben wird, in Fällen einer solchen Auswechslung das Gewölbe mit Lehrgerüsten zu stützen.

Die Details der Construction, die verschiedenen Krümmungsradien des von der Sperre gebildeten horizontalen Gewölbes, die veschiedenen Lagen der Mittelaxe in den einzelnen verticalen Absätzen der Sperre, welche zum Zwecke der Anpassung an das Profil der Schlucht angenommen wurden, sowie die Einschnitte in die seitlichen Felsenwände behufs Herstellung der geeigneten Widerlager sind aus den horizontalen Querschnitten der Sperre auf Tafel 27, Fig. 14 bis 18, zu ersehen.

In dieser Hinsicht ist zu bemerken, dass die in Fig. 12, Tafel 27, gleichförmig für alle Schichten angenommene Höhe von 0·70 *m* natürlich nur ein Mittelmaass ist und dass es bei der Ausführung dem Unternehmer freigestanden ist, diese Höhe in den einzelnen Schichten zwischen gewissen Grenzen (0·50 bis 0·90 *m*) nach Belieben abzuändern, damit er die im Steinbruche in verschiedenen Höhen gebrochenen Quader, ohne sie erst auf ein kleineres Maass umarbeiten oder um ein Geringes zu niedrige Steine ausscheiden zu müssen, verwenden könne.

Auch wurden die Einschnitte in den seitlichen Felsen zur Bildung der Widerlager ziemlich ausgiebig ausgeführt, da die Oberfläche der Schluchtwände, wie bereits angedeutet, hauptsächlich im oberen Theile eine merkliche Verwitterung aufweist und es unbedingt nothwendig war, die Widerlager auf festem, gesundem Gestein herzustellen.

Ausserdem wurde, wie aus Tafel 27 zu entnehmen ist, eine Wendeltreppe, die im ursprünglichen Projecte nicht vorgesehen war, hergestellt, um den Zutritt unter das Gewölbe zu ermöglichen. Vom Perron, auf welchen diese Wendeltreppe ausmündet, gelangt man mittelst eisernen Leitern bis beinahe zum Grunde der Schlucht und kann so das Object ohne specielle Installierungen, wie sie beispielsweise bei der Pont' alto-Sperre nothwendig waren, natürlich nur bei niederem Wasserstande und nicht ohne nass zu werden, besichtigen.

Auch ein ziemlich bequemer Steg bis zum Anfang der Wendeltreppe ist hergestellt worden.

Einen hochinteressanten Theil des Baues bildeten auch die sehr complicierten Gerüste, bei denen es sich darum handelte, grosse Werkstücke von über 2 m^3 von der Höhe der Poststrasse, die beiläufig 70 *m* über der Fundamentsohle der Sperre liegt, ohne Gefahr für die Arbeiter in die Tiefe zu bringen. Die Installierung war ziemlich kostspielig, hat sich aber bewährt, da während des ganzen Baues, welcher zwei Jahre dauerte, kein Unfall vorgekommen und keine Person auch nicht im geringsten beschädigt wurde.

Ueberdies waren schon die Vorrichtungen zur Communication der Arbeiter und der Materialtransporte von der Poststrasse in die Schlucht sehr schwierig herzustellen, was umso mehr hervorgehoben werden muss, als von den Wänden der Schlucht auf die Gerüste Steine und Eismassen herabfielen, gegen welche nicht immer Deckung geschaffen werden konnte. Zur grösseren Vorsicht wurden die Arbeiter mit Feuerwehr-Helmen versehen.

Verfasser, welcher in verschiedenen Stadien des Baues denselben einigemal besuchte, wobei ihm durch den bauleitenden Ingenieur Herrn Dr. Karl de Pretis stets in liebenswürdigster Weise die dankenswertesten Auskünfte ertheilt worden sind, konnte das ausgezeichnete Functionieren aller Einrichtungen und die musterhafteste Ordnung bei diesem äusserlich mehr einer Bergwerks-Installation, als einem Wasserbaue gleichenden Unternehmen nicht genug bewundern und ist überzeugt, dass das so glückliche Gelingen des schwierigen Baues nur der Umsicht und Gründlichkeit des genannten Ingenieurs verdankt werden kann.

D. Die Ableitung der Fersina während der Bau-Ausführung.

Bei der Ausführung wurde es selbstverständlich nothwendig das Wasser des Fersina-Baches von der jeweiligen Baustelle abzuleiten. Diese Ableitung gestaltete sich hauptsächlich für die Herstellung der Fundamentschichten ziemlich schwierig und kostspielig.

Die enge Schlucht wurde in einiger Entfernung stromaufwärts von der Baustelle vollkommen durch eine Stausperre von 5 *m* Höhe abgeschlossen.

Diese Stausperre bestand aus zwei parallelen Spundwänden, welche von starken, hölzernen, seitwärts in die Felsen eingelassenen Traversen und vorgelegten 0·08 *m* starken, so genau als möglich anstehenden Spundpfählen gebildet waren.

Nachdem die zwei vorderen Spundwände hergerichtet waren, wurden stromaufwärts mit Sand gefüllte Säcke versenkt und der Raum zwischen den zwei Spundwänden mit Beton ausgefüllt.

Das so aufgestaute Wasser wurde durch einen vorher in zweckmässiger Höhe angelegten Abflusscanal abgeleitet und wurden die Durchsickerungen, welche sich noch durch diesen ersten Theil der Stausperre zeigten, noch durch eine neue Beton-Ausfüllung zwischen der zweiten und einer dahinter gestellten dritten Spundwand behoben. Da für diese zweite Ausfüllung der Beton beinahe im trockenen und daher mit aller Sorgfalt eingebracht werden konnte, so konnte durch dieselbe die Stausperre vollkommen wasserdicht gemacht werden.

Beide Betonausfüllungen zusammen bildeten eine Stausperre von 2·50 *m* Stärke, welche nach vollzogener Erhärtung des Betons dem Wasserdruck auch abgesehen, von der Festigkeit der Querhölzer, zu widerstehen imstande war.

Der Abflusscanal wurde seitlich der Baustelle durch einen Einschnitt in der rechten Schluchtwand geführt, da er sonst die ganze Oeffnung der Schlucht eingenommen hätte, wodurch die Senkung der für die Fundamentschichten erforderlichen Baumaterialien gehindert worden wäre.

Für diese Ableitung wurde die Winterperiode des Niederwassers gewählt, welche Mitte November, spätestens Ende dieses Monates an der Fersina einzutreten pflegt. Der mittlere Abfluss des Fersina-Baches in den Wintermonaten beträgt kaum 1 m^3 per Secunde.

Der Abflusscanal hatte bei 0·70 *m* Breite und 1 *m* Wandhöhe 2·50% Gefäll und war daher für die Abfuhr einer Wassermenge von 2 m^3 per Secunde ausreichend, so dass er nicht nur den gewöhnlichen Zufluss, sondern auch die nicht bedeutende grössere Wassermenge abzuführen imstande war, welche manchmal infolge von winterlichen Regen oder von theilweisem Aufthauen vorkam.

Nach Herstellung der ersten fünf Schichten der Sperre wurde der Abflusscanal beseitigt, und der Abfluss des Wassers geschah durch einen Durchlass, welcher in der zweiten Schichte des Sperrenmauerwerkes gelassen wurde.

Dieser Durchlass hatte eine Breite von 0·50 *m* und eine Höhe von 0·70 *m*, und da er seiner Form nach eine convergente Ansatzröhre bildete, so war er imstande, mit 2·00 *m* Druckhöhe über dem Mittelpunkt der Ausflussöffnung 2 m^3 Wasser per Secunde zu führen, so dass, als die fünfte Schichte vollendet war, der Bach durch diesen einen Durchlass fliessen konnte, ohne dass die hervorgerufene Stauung die Höhe der Fläche erreichte, auf welcher weiter gebaut wurde.

Hiezu musste jedoch die Construction während der Dauer des Niederwassers, welches gewöhnlich bis März anhält, bis zur angegebenen Höhe gebracht werden.

In verticalen Absätzen von 6 bis 7 *m* wurden in der Sperre weitere Durchlässe angelegt. Sobald man über einem Durchlass die genügende Constructionshöhe erreicht hatte, damit das Wasser nach dem jeweiligen Stande durch den oberen Durchlass abfliessen konnte, ohne dass die Stauhöhe die im Bau befindliche Schicht erreicht hatte, wurde der untere Durchlass mittels einer eigens vorbereiteten Schütze abgeschlossen und das Wasser durch den oberen Durchlass geleitet.

Der untere Durchlass wurde dann unverzüglich vermauert, indem man in denselben von der Vorderseite aus eine gusseiserne Röhre legte, um die durch die Schütze dringenden Sickerungen zu sammeln und die ganze übrige Oeffnung des Durchlasses mit gutem Mauerwerk aus Klinkern ausfüllte.

In dieser Weise bis zur Kronenschichte fortfahrend, hatte man beständig die zu bauende Schichte im trockenen.

Es kam wohl vor, dass infolge von Gewittern und anhaltenden Regen der Wasserzufluss zeitlich so gross wurde, dass die vorhandene Constructionshöhe zwischen dem jeweilig functionierenden Durchlasse und der obersten versetzten Schichte nicht mehr ausreichte, doch entstand daraus ausser der provisorischen Einstellung der Arbeit und einigem Verluste an Brettern und Balken der Gerüste, die nicht mehr rechtzeitig entfernt werden konnten, kein beträchtlicher Schaden.

Einige Schwierigkeiten hatte man bei der Ausführung mit der Ausmauerung der Durchlässe, welche jedoch bewältigt

werden konnten, allerdings mit etwas grösseren Kosten, als hiefür vorgesehen war.

E. Die Baukosten.

Die Massenberechnung wurde auf Grund der an Ort und Stelle gemachten Aufnahmen bewerkstelligt, daher mit Sicherheit angenommen werden konnte, dass bei der Ausführung bedeutende Abweichungen nicht vorkommen würden; diese Voraussicht ist auch eingetroffen.

Die gezahlten Einheitspreise sind etwas höher als jene, welche man in Trient für ähnliche Arbeitsgattungen zu zahlen pflegt; mit Rücksicht auf die Unbequemlichkeit, Schwierigkeit, in einiger Hinsicht sogar Gefährlichkeit, mit denen die Ausführung wegen der Beschaffenheit der Baustelle verbunden war, musste jedoch auf die nothwendige Erhöhung der Taglöhne Rücksicht genommen werden.

Diese nämlichen Umstände erheischten es auch, dass die Einrichtung der Mechanismen, der Baugerüste, der Leitern, der provisorischen Schutzabdeckungen gegen die von den Schluchtwänden sich ablösenden Eiszapfen und Felsstücke u. s. w. ohne zu grosse Rücksicht auf Oekonomie und in solcher Weise geschehen musste, als für die schleunige und solide Bau-Ausführung und für die Sicherheit der bei derselben beschäftigten Arbeiter erforderlich war.

Die Kosten waren mit 65.000 fl. veranschlagt.

Laut der im Anhange angeschlossenen Kostenberechnung betrugen die Kosten der Ausführung 60.072 fl. 86 kr., wozu noch für die im Kostenvoranschlage nicht vorgesehene Wendeltreppe laut des Abrechnungs-Elaborates 2140 fl. 53 kr. hinzukamen, so dass die Gesammtauslagen sich auf 62.213 fl. 39 kr. beliefen, somit dem Voranschlage gegenüber noch eine bedeutende Ersparnis erzielt wurde. Die einzelnen Arbeitsmassen und Einheitspreise sind aus den beiliegenden Kostenabrechnungen zu ersehen.

Fersina-Genossenschaft in Trient. „Thalsperre alla Madruzza."

Kostenberechnung

der Arbeiten und Materiallieferungen, bewirkt durch die Unternehmung C. Scotoni beim Baue der Sperre (mit Ausschluss der Wendeltreppe und des Zugangssteiges) auf Grund des Bauvertrages vom 13. October 1884, genehmigt von der k. k. Statthalterei mit Erlass vom 7. November 1884.

A. Definitive Werke.

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
I. Felsausbruch am Fundament und den Seiten der Sperre, 830·91 m^3	4·75	3946·82
II. Gewöhnliches Quadermauerwerk mit Steinen aus Trienter Brüchen, grob bearbeitet, in Mörtel aus 40% hydraulischen Kalk und 60% Sand, 1793·136 m	25·—	44828·40
III. Gewölbmauerwerk aus Quadern, fein bearbeitet nach der Schablone in Mörtel aus 40% hydraulischen Kalk und 0·60% Sand:		
a) Ein Theil aus Granit aus den Steinbrüchen aus der Valsugana, 9·662 m	55·—	531·41
b) ein Theil aus Steinen aus den Trienter Brüchen, 59·309 m	35·—	2075·82
IV. Gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk in Mörtel wie früher, 77·82 m	8·—	622·56
V. Deckplatten aus Porphyrschiefer 0·10 m stark in Portland-Cement gebettet und mit Eisenklammern versichert, 86·31 m^3	5·—	431·55
Eisen zu den Klammern, 222·39 kg	—·40	88·96
Summe der definitiven Arbeiten		52525·52

B. Provisorische Arbeiten.

1. Herstellungen eines Einbaues quer über das Bett des Wildbaches ca. 35 m bachaufwärts von der Baustelle der Thalsperre:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
a) Tannenholz sammt Arbeit, 4·712 m^3	40·—	188·48
b) Tannenpfosten 0·05 m stark sammt Arbeit, 43·68 m^2	4·50	196·56
c) Betonmauerwerk, bestehend aus 40 Theilen Mörtel aus Portland-Cement und 60 Theilen Schotter, 15·81 m^3	20·10	317·78
d) Eisenbestandtheile, 13·27 kg	—·40	5·31
e) Materiallieferungen:		
Gefüllte Sandsäcke, 70 Stück	1·20	84·—
Leere Säcke, 52 Stück	—·30	15·60
Kufsteiner hydraulischer Kalk, 24·62 Centner	2·20	54·16
Sand, 3·75 m^3	1·20	4·50
f) Handlangerarbeit:		
Steinmetzarbeit, 21 Arbeitstage	1·50	31·50
25 Handlangertage	1·10	27·50
Summe des provisorischen Stauwerkes		925·39

2. Herstellung des provisorischen Canales zur Ableitung des Wildbaches.

I. Herstellung des Canales:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
a) Felssprengungen um für die Canalanlage den Raum zu gewinnen, 39·58 m^3	5·50	217·69
b) Tannenholz zur Bildung und Stützung des Canales, 16·585 m^3	40·—	663·40
c) Tannenpfosten:		
α) 0·05 m dick, gehobelt und mit Feder und Nuth versehen, 174·75 m^2	3·20	559·20
β) 0·05 m stark mit geradem Stoss, 73·68 m^2	2·80	206·30
γ) 0·026 m stark mit geradem Stoss 37·64 m^2	1·60	60·22
δ) 0·02 m stark mit geradem Stoss, 22·80 m^2	1·40	31·92
d) Eisenbestandtheile, 16·40 kg	—·40	6·56
e) Materiallieferungen:		
α) Holzkohlen, 1·43 Centner	3·50	5·01
β) Werg, 11·0 kg	—·40	4·40
γ) Talg, 5·60 kg	—.50	2·80
δ) Kufsteiner Cement, 0·30 Centner	2·20	0·66
f) Gelieferte Arbeitstage:		
α) 16 Handlangertagschichten	1·10	17·60
β) 15 Zimmermannstage	1·50	22·50
Gesammtbetrag für die I. Herstellung		1798·26

3. Reconstruction eines Theiles des Canales nach dessen Zerstörung durch Hochwasser:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
a) Tannengehölze zur Bildung und Unterstützung des Canales, 2·928 m^3	40·—	117·12
b) Tannenpfosten:		
α) 0·06 m stark in Feder und Nuth, 43·92 m^2	3·20	140·54
β) 0·025 m starke Bürsten bei der Traverse 7·50 m^2	1·60	12·—
c) Betonmauerwerk, 1·88 m^3	13·50	25·38
d) Für Abtragungen, Sortierung und Sammlung des verbliebenen Materiales, Pauschalbetrag		30·—
Gesammtbetrag für die theilweise Reconstruction des Canales		325·04

4. Arbeiten und Lieferungen bei den Durchlässen, welche vorübergehend offen gelassen wurden, im Sperrenkörper und gelegentlich der definitiven Schliessung derselben:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
a) Gehölze aus Tannen- und Lärchen, 3·749 m^3	40·—	149·96
b) Pfosten aus Tannen- und Lärchenholz:		
α) 0·034 m stark, gestossen, 4·56 m^2	2·50	11·40
β) 0·05 m stark, gestossen, 69·44 m^2	2·80	194·43
γ) 0·06 m stark, in Feder und Nuth für den Entlastungscanal, 61·20 m^2	3·20	195·84
c) Betonmauerwerk, 16·20 m^3	13·50	218·70
d) Materiallieferungen:		
α) Kufsteiner Cementmörtel, 198·35 Centner	2·20	436·37
β) Ziegeln, 9·380 Tausender	26·—	243·88
γ) Gusseiserne Röhren, 401·15 kg	—·20	80·23
δ) Eisen, 81·70 kg	—·40	32·68
ε) Sand, 9·50 m^3	1·20	11·40
ζ) Säcke aus Leinwand, 581 Stück	—·30	174·30
η) Brennholz, 14 Centner	1·00	14·—
φ) Petroleum, 63 kg	—·25	15·75
ι) Holzleitern, 8·50 m	2·30	19·55
λ) Hanfseile, 6·40 kg	—·90	5·76
Fürtrag		1804·23

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
Uebertrag . . .		1804·25
e) Beistellung von Tagschichten:		
α) 171 Arbeitstage des Assistenten	1·60	273·60
β) 12 Zimmermannstage	1·50	18·—
γ) 25·50 Steinmetztage	1·50	38·25
δ) 528·50 Handlangertage, 3. Kategorie . .	1·10	581·35
ε) 6 Handlangertage, 1. Kategorie	—·90	5·40
f) Pauschalbeträge		648·16
Summe der Kosten der Durchlässe		3369·01

5. Arbeiten und Materiallieferungen, betreffend die Schöpfung des Wassers aus der Baugrube:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
a) Provisorische Traversen bachauf- und abwärts in der Baugrube:		
α) Tannenpfosten, 0·05 *m* stark gestossen, 3·20 *m*²	2·80	8·96
β) Beton aus 40% Portland-Cement und 60% Schotter, 2·20 *m*³	20·10	44·22
γ) Kufsteiner Cement, 7·50 Centner	2·20	16·50
δ) 6 Maurertagschichten	1·60	9·60
b) Provisorische Deckplatten.		
α) Provisorische Holzwand 0·04 *m* stark, 16·80 *m*²	1·40	23·52
β) 1·50 Handlangertagschichten	1·10	1·65
c) Arbeitsleistungen für Trockenlegung, 120 Tagschichten	1·10	132·00
d) Lieferung 11 kleiner Pumpen, Arbeitsschichten des Maschinisten	3·50	38·50
Gesammtbetrag für die Trockenhaltung der Baugrube		274·95

6. Materialien im Eigenthum der Unternehmung, welche durch unvorhergesehene Hochwässer während dem Bau weggeführt wurden, sowie Arbeiten und Lieferungen zur Wiederherstellung der durch Hochwässer bewirkten Schäden:

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
a) Quadersteine fortgeschwemmt, 1·12 *m*³	20·—	22·40
b) Arbeit für Reparaturen:		
α) 1 Steinmetztag	1·50	1·50
β) 3 Zimmermannstage	1·50	4·50
c) Fortgeschwemmtes Tannengehölze 6·76 *m*³ . .	40·—	270·40
d) Holzwände aus Tanne fortgeschwemmt:		
α) 0·05 *m* stark, gestossen, 27·60 *m*² . . .	2·80	77·28
β) 0·06 *m* stark, in Feder und Nuth 8·40 *m*²	3·20	26·88
e) Porphyr-Platten 0·10 *m* stark, fortgeführt, 15 *m*²	3·—	45·—
f) Handarbeiten für Reparaturen:		
α) 1½ Maurertage	1·60	2·40
β) 18 Handlangertage	1·10	19·80
g) 35 Leinwandsäcke	—·30	10·50
Summe der Elementarschäden aus Anlass der Hochwässer .		480·66

7. Pauschale für die Herstellung des Gerüstes, des Mechanismus für die Herabbringung des Materiales, Laufbrücken und Treppen für Arbeiter, provisorische Abdachungen aus Sicherheitsrücksichten etc. fl. 5000·—

Recapitulation.

A. Definitive Arbeiten		52.525·52
B. Provisorische Arbeiten:		
1. Das Stauwerk	fl. 925·39	
2. Der Canal	„ 1798·26	
Reconstruction desselben	„ 325·04	
3. Durchlässe	„ 3369·01	
4. Trockenhaltung der Baugrube . .	„ 274·95	
5. Elementarschäden an Baumaterialien	„ 480·66	
6. Gerüste etc.	„ 5000·00	12.173·31
Gesammtkosten der Arbeiten und Materialien		64.698·83
hievon ab 7½% Licitationsnachlass		4.625·97
Verbleibt als Verdienstbetrag der Unternehmung Scotoni bei der Thalsperre		60,072·86

Delegazione fersinale di Trento. — Madruzza-Sperre.

Abrechnungs-Elaborat

der von der Unternehmung C. Scotoni ausgeführten Arbeiten für den Zugangssteig und die Wendeltreppe zur Thalsperre alla Madruzza.

A. Arbeiten für den Fussteig.

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
1. Felsausbruch für den Fussteig und die Stützmauer 53·14 *m*³	4·75	252·41
2. Gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk in hydraulischem Mörtel für die Stütz- und Parapetmauer 29·25 *m*³	8·—	234·—
3. Stufen aus Quaderstein, rauh bearbeitet, 41·60 laufende Meter	2·—	83·20
4. Deckplatten auf einer Seite des Fussteiges:		
a) Steindübel zur Befestigung der Deckplatten auf der Parapetmauer 110·— *kg*	—·23	25·30
b) Decken aus Weissblechtafeln, 15·04 *m*² . . .	3·—	45·12
5. Fussboden aus Porphyrplatten von 0·03 und 0·04 *m* Dicke in hydraulischem Mörtel 19·72 *m*²	2·—	39·44
Summe der Arbeiten am Fussteig		679·47

B. Arbeiten bei der Stiege.

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
1. Felsaushub, 26·65 *m*³	5·50	146·58
2. Gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk in Mörtel mit Kufsteiner Cement, 2·24 *m*³	8·—	17·92
3. Steinmetzarbeiten:		
a) Tragsteine, 2·911 *m*³	25·—	72·78
b) Deckplatten aus Quadern 0·18 *m* stark, 34·47 *m*²	7·20	248·18
0·17 stark, 1·44 *m*²	7·80	9·79
c) Säulen etc. 0·426 *m*²	36·—	12·78
d) Stufen, 59 Stück	7·—	413·—
4. Eisenbestandtheile, 1297·21 *kg*	— 23	298·37
6. Blei zum Vergiessen, 40 *kg*	—·51	22·—
5. Oelfarbanstrich, 42·41 *m*²	—·51	21·21
7. Tannenholz 3·493 *m*³	35·—	192·11
8. Beton 0·47 *m*³	13·50	6·35
Summe der Arbeiten für die Stiege		1461·06
Hiezu für den Fussteig		679·47
Summe der Kosten der Stiege und des Fussteiges .		2140·53

54. Capitel.

Die Cantanghel-Thalsperre im Fersina-Wildbach bei Trient.

A. Einleitung.

Trotz des grossen Vermögens, die Geschiebe der Fersina zurückzuhalten, welches der Pont' alto-Sperre zukommt, wurde mit Rücksicht darauf, dass die letztere ihr Ablagerungs-Bassin bereits vollkommen ausgefüllt hatte und nach wie vor bedeutende Geschiebemassen aus dem Fersina-Thale gegen Trient herabkamen, daran gedacht, oberhalb der Pont' alto-Sperre eine zweite grosse Sammelsperre anzulegen, um ein Verschütten des regulierten Fersina-Bettes ober Trient und die Ablagerung der Geschiebe an der Einmündungsstelle der Fersina in die Etsch, wodurch gefährliche Versumpfungen und Gefahren für die Stadt Trient entstehen müssten, zu verhüten.

Hiezu bot sich unterhalb Civezzano in der Localität „al Cantanghel" eine äusserst günstige Gelegenheit dar, indem daselbst das Fersina-Thal oberhalb des Sammelbassins der Pont' alto-Sperre und gewissermaassen noch im Bereiche der letzteren eine enge Schlucht bildet, die sich bachaufwärts zu einem weiten, geräumigen Bassin bis gegen Pergine zu öffnet.

Diese günstige Situation ist aus Tafel 28, Fig. 2, und Tafel 27, Fig. 20, deutlich zu entnehmen.

An dieser Stelle, oberhalb welcher sich die fortificatorische Thalsperre von Civezzano behufs militärischer Absperrung der

Reichsstrasse von Trient über Pergine in die Valsugana hinzieht, ist das Thal so eng, dass die genannte Strasse ganz im Felseinschnitt ausgeführt werden musste.

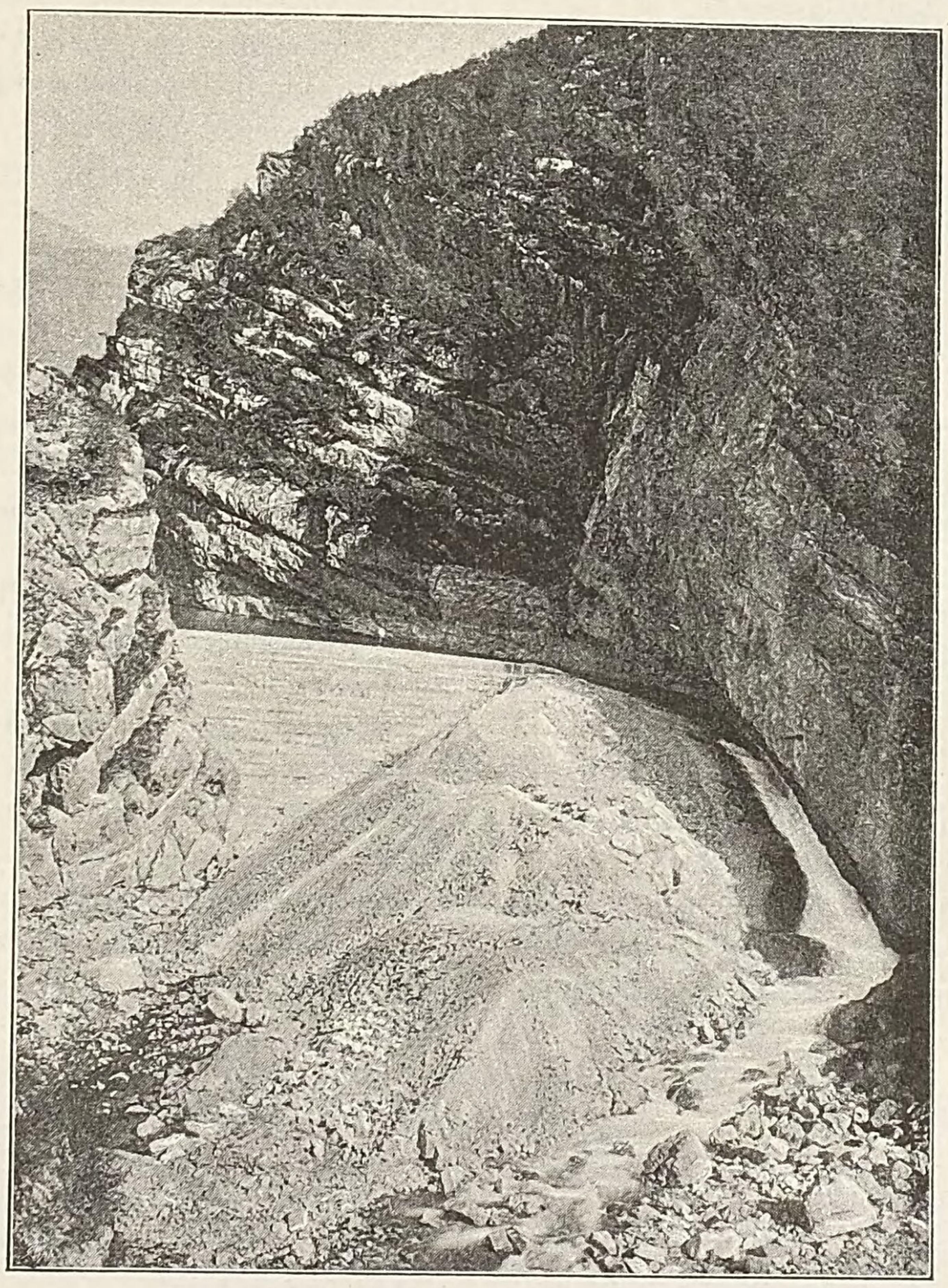
Es war auch eines der Motive, aus denen die Cantanghel-Sperre errichtet wurde, die Füsse der zahlreichen Stützmauern dieser kostspieligen und technisch interessanten, sowie landschaftlich schön gelegenen Gebirgsstrasse gegen Senkungen der Fersina-Sohle zu sichern.

Diese in den fünfziger Jahren ausgeführte Cantanghel-Sperre hatte jedoch leider eine sehr mangelhafte Construction erhalten, indem sie wohl aus gutbearbeiteten Quadern hergestellt war, doch hatten diese nicht die gehörige Grösse und waren nicht in Mörtel, sondern bloss trocken gelegt. Der Hauptübelstand jedoch bestand in der geringen Fundierungstiefe dieses Baues, welcher leider nicht bis auf den Felsen geführt werden konnte, da letzterer erst in allzugrosser Tiefe zu erreichen gewesen wäre.

Diese alte Thalsperre hatte eine Höhe von 17 *m* und am linken Ufer einen in Fels eingesprengten, seitlichen Entlastungs - Canal, durch welchen das Wasser des Fersina-Baches abfliessen konnte.

Die Form dieser Sperre ist aus Tafel 28, Fig. 1, in welcher dieselbe nach der Katastrophe 1882 dargestellt ist, zu entnehmen. Während dieses Hochwassers wurde die Thalsperre unten in der Mitte durchbrochen, wie dies im erwähnten Bilde zu sehen ist, und das ganze hinter der Sperre seit Decennien bereits abgelagerte Fersina-Geschiebe in einem continuierlichen Schlammstrome vom Wildbache über die Pont' alto-Sperre hinweg in die Fersina oberhalb Trient geführt, wo es das regulierte Bett derselben bis nahezu zur Dammkrone ausfüllte, so dass zur vollständigen Ausfüllung und hiemit zur unausweichlichen Zerstörung der Stadt Trient nur wenig mehr fehlte.

Fig. 37.



Die Fersina-Thalsperre bei Cantanghel oberhalb Trient.

So gut war aber das Mauerwerk der Sperre, dass dieselbe nicht ganz einstürzte, sondern stehen blieb und sich gegen das unten entstandene Loch nur stellenweise senkte.

In Tafel 28, Fig. 2 und Fig. 7, ist die Situation und das Längenprofil der Fersina oberhalb der Cantanghel-Sperre dargestellt. Verfasser sah die Localität sehr häufig unmittelbar nach der Katastrophe und konnte die gegen die Baustelle immer höher werdenden Bruchränder des weggeführten Geschiebes deutlich constatieren. Es versteht sich von selbst, dass die alte Sperre in ihrem baufälligen, ja eigentlich schon zum theilweisen Einsturz gebrachten Zustande nicht belassen werden konnte, umsomehr als durch das Hochwasserjahr 1882 im oberen Fersina-Thal allenthalben die grossartigsten Geschiebemassen in Bewegung gerathen waren und noch alle Rinnsale ausfüllten, so dass eine Zunahme der Geschiebeführung in grossem Maasstabe zu erwarten stand.

Das Bedürfnis der Geschiebezurückhaltung, welches jetzt noch acuter war, als dies in den fünfziger Jahren gewesen sein konnte, wurde aber noch dadurch vermehrt, dass das Fersina-Bett bei Trient schon beinahe mit Geschiebe verschüttet war, daher ein thunlichstes Abschneiden der weiteren Geschiebezufuhr unbedingt nothwendig war, wenn nicht beim nächsten grösseren Hochwasser die Stadt Trient dem sicheren Verderben preisgegeben werden wollte.

Es wurde daher in aller denkbaren Eile sofort nach dem Sinken der Hochwässer ein Project für den Wiederaufbau der Cantanghel-Sperre ausgearbeitet, wobei jedoch eine tiefere Fundierung, die Ausführung des Mauerwerkes in hydraulischem Kalk und die Erweiterung des seitlichen Abflusscanales ins Auge gefasst wurde.

Das Project, welches vom k. k. Statthalterei-Ingenieur Herrn Josef Untergasser in Trient mit aller Genauigkeit und Sorgfalt und mit Benützung seiner langjährigen Localkenntnis und Erfahrung verfasst worden ist, war mit 57.908 fl. veranschlagt und wurde bei Gefahr in Verzug schon im December 1882 der Versteigerung des Baues zugrunde gelegt.

Am 30. Jänner 1883 wurde der definitive Bauvertrag abgeschlossen und mit dem Bau sofort begonnen, so dass er bereits Mitte Mai 1884 vollkommen beendet war.

B. Allgemeine Beschreibung des Bauprojectes.

Die Thalsperre in der Localität „al Cantanghel" hat den Zweck, das im Bachbett befindliche Geschiebe aufzuhalten und das Gefälle des Baches zu verringern, wodurch die Erosion im Oberlaufe und damit auch die Geschiebe-Erzeugung verringert werden wird.

Dieses Bauwerk besteht aus dem Hauptobjecte, nämlich einer gemauerten Sperre von der Form eines liegenden Gewölbes, aus einer Vorsperre am Fusse der ersteren und aus einem Entlastungscanal für das Bachwasser, welches am linken Ufer des Bachbettes etwas unter der Höhe der Thalsperrenkrone in die Felswand eingesprengt wurde.

Die Lage, die Form und die Ausmaasse sind aus Tafel 27 und 28 ersichtlich.

Das Bauwerk der Hauptsperre hat eine Bogenform, deren Convexität gegen die Strömung gerichtet ist und deren Radius 50 *m* beträgt.

Dasselbe reicht bis 7 *m* unter das Niederwasser herab und erhebt sich über dasselbe 17 *m*. Die bachaufwärts gerichtete

Böschung ist der ganzen Höhe nach senkrecht, während die bachabwärts gerichtete Böschung geneigt ist. Die Sperre ist mit einer 80 *cm* starken Kronenschichte aus Quadern abgedeckt.

Der untere Theil, beziehungsweise das Fundament der Sperre besteht aus Steinen, welche durch die Felsensprengung für den Entlastungscanal gewonnen wurden; der obere Theil ist aus demselben Mauerwerke, vermischt mit Steinen, welche aus der Demolierung der alten Sperre stammen, gebildet.

Die Verkleidung der Sperre sollte ursprünglich aus den Quadersteinen der alten Sperre gebildet werden; da sich aber diese bei der Ausführung als zu klein und zu schadhaft erwiesen, wurden sie lediglich zur Auskleidung der Sperre auf der bachaufwärts gelegenen Seite verwendet, während die bachabwärts gelegene Sperrenoberfläche mit neuen bedeutend voluminöseren Steinen bester Qualität aus den Trienter Steinbrüchen verkleidet wurde.

Der seitliche 10 *m* breite Entlastungscanal ist an der tiefsten Stelle des Querprofiles bei der Sperre 1·5 *m* unter der Sperrenkrone gelegen und besitzt bis zum linksufrigen Widerlager der Sperre ein Gefäll von 2%, von da ab ein solches von 5%.

Die Sohle des Canales ist gegen die Bergseite um 1·0 *m* geneigt, wie dies aus dem Querprofile Tafel 27, Fig. 22, ersichtlich ist.

Die Vorsperre lehnt sich an den Fuss des Thalsperrenbaues an; sie ist 11 *m* lang und 17 *m* breit, von bogenförmiger Gestalt.

Sie besitzt einen Fallboden im Niveau des Niederwassers.

Das Mauerwerk des Fallbodens reicht auf eine Länge von 8 *m*, 3·5 *m* tief, einschliesslich des Pflasters, welches 1·0 *m* stark ist und im Niveau des Niederwassers liegt. Am bachabwärts gelegenen Ende des Fallbodens ist die Fundamentmauerung desselben tiefer und geht in der Form einer Grundsperre parallel zum Hauptsperrenbau in einer Breite von 3 *m* bis zu einer Tiefe von 6 *m*.

Das Bruchsteinmauerwerk der Vorsperre ist aus Steinen gebildet, welche dem Felsaushub entnommen wurden, sowie aus Mörtel von Kufsteiner hydraulischem Kalk.

Der Fallboden wurde mit Steinen von 1·0 *m* Stärke vom Niederwasser nach abwärts gerechnet, die Vorsperre (Grundsperre) hingegen aus Quadern aus Trienter Kalkstein gebildet, deren Fugen auf das Genaueste anschliessen.

Alles Mauerwerk wurde in hydraulischem Kalke ausgeführt.

C. Der Bauvertrag.

Der mit der Unternehmung Oss und Martinelli in Trient unter dem 30. Jänner 1883 seitens der k. k. Statthalterei abgeschlossene Bauvertrag enthält folgende bemerkenswerte Punkte:

Den Gegenstand der Bauvergebung bildete die Grundgrabung, Herstellung des gesammten Mauerwerkes und der Steinwürfe, sowie die Felssprengung für den seitlichen Ableitungscanal, während sich die Statthalterei eine Reihe von Arbeiten zur Ausführung im Regiewege vorbehielt.

Diese Regie-Arbeiten waren solche, welche für die Ableitung des Fersina-Baches während des Baues und für das zur Ausführung der Grundgrabung erforderliche Wasserschöpfen nöthig waren. Ebenso gehörte die Entschädigung für dauernde Occupation von Grundstücken nicht zum Bauvertrag.

Der Unternehmer war jedoch verpflichtet, für alle von der Bauleitung im Regiewege auszuführenden Arbeiten Arbeiter, Materialien und Werkzeuge zu bestimmten Preisen nach einem festgesetzten Tarife zur Verfügung zu stellen.

Der Bauvertrag bestand aus allen erforderlichen Bauplänen, aus dem Vorausmaass, dem Voranschlag, dem Verzeichnis der Einheitspreise für die einzelnen Arbeitsgattungen, den allgemeinen und den besonderen Baubedingnissen und der detaillierten Baubeschreibung.

Für die Regie-Arbeiten waren nach dem Voranschlage vorgesehen:

a) Für die Herstellung eines Holzcanales zur Ableitung der Fersina, welche während der Fundierung der Sperre, der Vorsperre und des Fallbodens erforderlich war in einer Länge von 130 *m*, sowie für verschiedene secundäre Canäle	1.920 fl. — kr.
b) für das Wasserschöpfen in den Baugruben, um die Fundamente der Sperre, Vorsperre und des Fallbodens im Trockenen ausführen zu können, ein Pauschale von .	4.500 „ — „
c) für Grundablösungen	300 „ — „
d) für unvorhergesehene Arbeiten, Elementarschäden, Mehrarbeiten etc. . .	1.800 „ 46 „
Zusammen für Regie-Arbeiten . .	8.520 fl. 46 kr.
Die an die Unternehmung vergebenen Arbeiten beliefen sich auf	49.387 „ 54 „
Daher der ganze Bau mit veranschlagt war.	57.908 fl. — kr.

D. Die Bau-Ausführung.

Um die Arbeiten beginnen zu können, wurde vorerst der Fersina-Bach abgeleitet und in einen erhöhten Holzcanal geführt, so dass das gewonnene Gefälle zum Betriebe eines hölzernen Wasserrades und mittelbar mehrerer Centrifugalpumpen benützt werden konnte, mittelst denen die Fundamentgruben trocken gehalten wurden. Hiebei handelte es sich in den Baugruben selbstverständlich nur um Sickerwässer, indem der Bach selbst mittels desselben hölzernen Canales abgeleitet worden war.

Dieser hölzerne Ableitungscanal für den Fersina-Bach musste in entsprechend hoher Lage angelegt werden, damit man das Mauerwerk der Sperre und der Vorsperre, sowie des Fallbodens im Trockenen bis zu einer Höhe aufführen konnte, bei welcher die Durchlässe angelegt wurden.

Zu diesem Zwecke wurde zuerst quer über das Fersina-Bett ein 63 *m* langer Damm aus Mauerwerk in hydraulischem Kalk hergestellt. Am Fusse dieses Dammes wurde bachaufwärts eine Betonierung und auf der anderen bachabwärts gerichteten Dammseite ein gut gestampfter Lettendamm angesetzt, um hiedurch jede Filtration zu verhindern.

Dieser Damm wurde noch durch eine Anschüttung an der Rückseite mit aus dem Bachbette stammenden Geschiebematerial verstärkt.

Um den genannten Ableitungscanal einrichten zu können, mussten Grabungen im Bachbette in einer Länge von 90 *m*, einer Breite von 5·5 *m* und einer Tiefe von 1·50 *m* unternommen und überdies auch den Wasserlauf hindernde grosse Felsblöcke aus dem Wege geschafft werden.

An der Stelle, wo dieser Ableitungscanal die Fundamentgrube der Sperre und der Vorsperre überschreiten musste, wurde eine hölzerne Tragconstruction zur Unterstützung des Canales und weiter unterhalb zu demselben Zwecke eine 24 *m* lange Aufmauerung hergestellt.

Der Canal selbst war 140 *m* lang und bestand aus starken Pfosten, welche genau gestossen, durch Kalfaterung wasserdicht gemacht und durch Holzgespärre zusammengehalten wurden.

Sofort nach Ausführung des Ableitungscanales wurde auch schon das Wasserrad in Betrieb gesetzt, welches durch die ganze erforderliche Zeit alle Sickerwässer aus den Baugruben anstandslos entfernte.

Von dem Zeitpunkte an, in welchem das Wasser in den Ableitungscanal eingeleitet worden war, musste derselbe Tag und Nacht beobachtet werden, weil die Geschiebe der Fersina den Boden und die Wände des aus 0·065 *m* starken Holzpfosten bestehenden Holzcanales derart angriffen, dass er während des Baues mit grossen Schwierigkeiten zweimal ausgewechselt werden musste.

Ueberdies mussten Grabungen im Bachbette für die Herstellung von Ableitungsgräben für die aus den Fundamenten geschöpften Wässer vorgenommen werden.

Nachdem das Fundamentmauerwerk beendet worden war, wurde der hölzerne Ableitungscanal abgetragen und das Holzmateriale desselben aus dem Bachbette entfernt.

Um die in der Höhe des Niederwassers befindlichen Durchlässe zu schliessen, wurde der Fersina-Bach neuerdings abgeleitet, worauf die Durchlässe mit bereits vorbereiteten genau abgearbeiteten Quadern geschlossen und im Trockenen ausgemauert wurden.

Diese ganze Arbeit wurde im Regiewege ausgeführt.

Nachdem sich schliesslich im September 1884 die Wässer gesenkt haben, wurde auch die Schliessung der zwei oberen Durchlässe mit passenden, konisch zugearbeiteten Quadern, welche von bachaufwärts in die Durchlässe, theils mit Hilfe der natürlichen Strömung des Wassers, theils mit Hilfe von Seilen eingeschoben wurden, bewerkstelligt und auf der bachabwärts gelegenen Seite das Loch vermauert und mit einem passenden Quaderstein so unkenntlich ausgefüllt, dass man die Stelle, an welcher sich während des Baues ein Durchlass befand, nicht mehr erkennen kann. Dies ist am besten aus der photographischen Ansicht der fertigen, neuen Cantanghel-Sperre zu entnehmen.

Die Schliessung der Durchlässe war ein festlicher Moment beim Baue der Sperre, an welchem sich viele Fachleute, hierunter auch der Verfasser betheiligten.

Während bisher das Bachwasser durch die Durchlässe strömte und die Sperre sich etwa 12 *m* über denselben ganz trocken erhob, begann sich nach Schliessung der Durchlässe das Wasser zu stauen und zu heben und wuchs im Verlaufe eines halben Tages zu einem grossen smaragdgrünen See an, welcher die nicht eingeweihten Vorüberfahrenden auf der Valsuganastrasse seltsam überraschte. Die Ausdehnung dieses Sees kann aus dem Längenprofile und der entsprechenden Situation, Tafel 28, Fig. 2 und 7, leicht entnommen werden, wenn durch die Krone der Thalsperre eine Horizontale gezogen wird bis zum Schnitte mit der Sohle des Fersina-Baches.

Dieser See dauerte aber nicht lange, indem er sich wegen der grossen Geschiebemassen, die die Fersina mit sich bringt, von oben herab immer mehr und mehr verkleinerte und schliesslich ganz verschwand. Jetzt ist die Sperre wieder mit Geschiebe ausgefüllt, zwischen dem sich der Wildbach wie in einer steinernen Wüste hindurchschlängelt, sein Bett häufig theilend und wechselnd.

Die definitiven Baukosten beliefen sich für die im Wege der Unternehmung ausgeführten Arbeiten auf 53.001 fl. 93 kr.
und für die Regie-Arbeiten auf 12.825 „ 36 „
daher im ganzen auf 65.827 fl. 29 kr.

Die einzelnen Arbeitsmassen und Einheitspreise sind aus der beiliegenden summarischen Kostenabrechnung zu entnehmen.

Was die Sicherheit anbelangt, die diese Thalsperre bietet, so liegt allerdings das Bedenken vor, dass sie nicht auf Fels fundiert ist und dass der Fallboden bei einem besonders grossen Hochwasser doch einmal derart beschädigt werden könnte, dass er der Sperre keinen weiteren Schutz bieten würde. Dieser Gefahr kann aber durch grosse Steinwürfe über dem Fallboden vorgebeugt werden und in der That hat diese übrigens sehr solid ausgeführte und bedeutende Dimensionen aufweisende Sperre bereits mehrere gewaltige Hochwässer überstanden, ohne Schaden zu leiden.

Eine wirkliche Gefahr für diese Sperre würde aber eintreten, wenn die alte Pont' alto-Sperre zum Einsturze käme, indem sich dann aus der Betrachtung des Längenprofiles auf Tafel 27, Fig. 5, mit grösster Wahrscheinlichkeit ergibt, dass gerade an der Stelle, wo sich die Cantanghel-Sperre befindet, sich eine ausgleichende Vertiefung der Fersina-Sohle tief unter die Fundamentsohle der Cantanghel-Sperre ausbilden würde, wodurch letztere zum Einsturz gelangen müsste.

Diese früher allerdings eminente Gefahr ist nun durch die Befestigung der Pont' alto-Sperre mittelst der neu errichteten ausserordentlich soliden und Vertrauen einflössenden Madruzza-Sperre vorläufig als behoben zu betrachten.

Kostenabrechnung

der durch die Bauunternehmung Thomas Oss & Comp. thatsächlich ausgeführten Arbeiten bei der Erbauung der Thalsperre bei Cantanghel am Wildbache Fersina.

		Einzeln fl.	Zusammen fl.
1. Abtragung der alten eingestürzten Thalsperre bis zum Wasserspiegel und Transport der alten Bausteine im Mittel lang 22·93 *m*, hoch 17·00 *m*, breit 3·80 *m*	1481·28 m^3		
Abtragung und Transport der alten Sperre unter dem Niederwasser im Mittel lang 19·70 *m*, hoch 3·80 *m*, dick 3·80 *m*	239·55 m^3		
zusammen	1720·83 m^3		
Hievon ist abzuziehen das durch die Hochwässer am linken Widerlager gebildete Loch; dieses ist im Mittel lang 6·00 *m*, hoch 3·00 *m*, dick 3·30 *m* . .	68·40 m^3		
Verbleiben	1652·43 m^3		
Per m^3 à		1·09	1801·15
2. Grundgrabung im Trockenen im Bachbette (Gerölle) beim Beginn der Arbeit lang 25·00 *m*, breit 17·00 *m*, dick 0·50 *m* .	212·50 m^3		
Anschüttung mit Aushubsmaterial im Rücken der Sperre um den Fundamentaushub zu planieren, lang 20·95 *m*, im Mittel breit 3·15 *m*, hoch 3·15*m* . . .	415·75 m^3		
zusammen	628·25 m^3	—·36	226·17
3. Grundaushub unter dem Wasser für die Thalsperre, die Vorsperre und den Fallboden 2710·42 m^3		—·96	2602·—
4. Felsausbruch für die Widerlager der Sperre, der Vorsperre und des Fallbodens 103·12 m^3		3·06	315·55
5. Gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel unter dem Niederwasser für die Sperre, Vorsperre und das Fallpflaster 1648·18 m^3		7·70	12697·15
6. Gewöhnliches Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel über dem Niederwasser 1644·46 m^3		8·08	13287·24
7. Steinwürfe aus grossen Steinen vor der Vorsperre, in der Baugrube und unter dem Fallboden 461·62 m^3		1·26	581·64
8. Felsausbruch für die Bildung des Entlastungscanales für das Bachwasser 12051·50 m^3		1·45	17474·67
9. Verkleidungsmauerwerk mit neuen Quadersteinen aus den Trienter Brüchen für die Sperre, Vorsperre und die Durchlässe 647·007 m^3		21·26	13755·37
10. Verkleidungsmauerwerk mit Quadern von der alten Sperre für die neue Sperre, die Vorsperre und die Durchlässe 22·057 m^3		5·10	112·49
11. Pflasterung der Vorsperre mit Quadern aus der alten Sperre 123·40 m^3		5·04	621·94
Summe			63.475·37
Licitationsnachlass der Unternehmung im Betrage von 16%			10.473·44
Verbleibt			53.001·93
Hiezu die Kosten der im Regiewege durch die k. k. Bauleitung ausgeführten Arbeiten			12.825·36
Summe der Baukosten			65.827·29

VIII. Abschnitt.

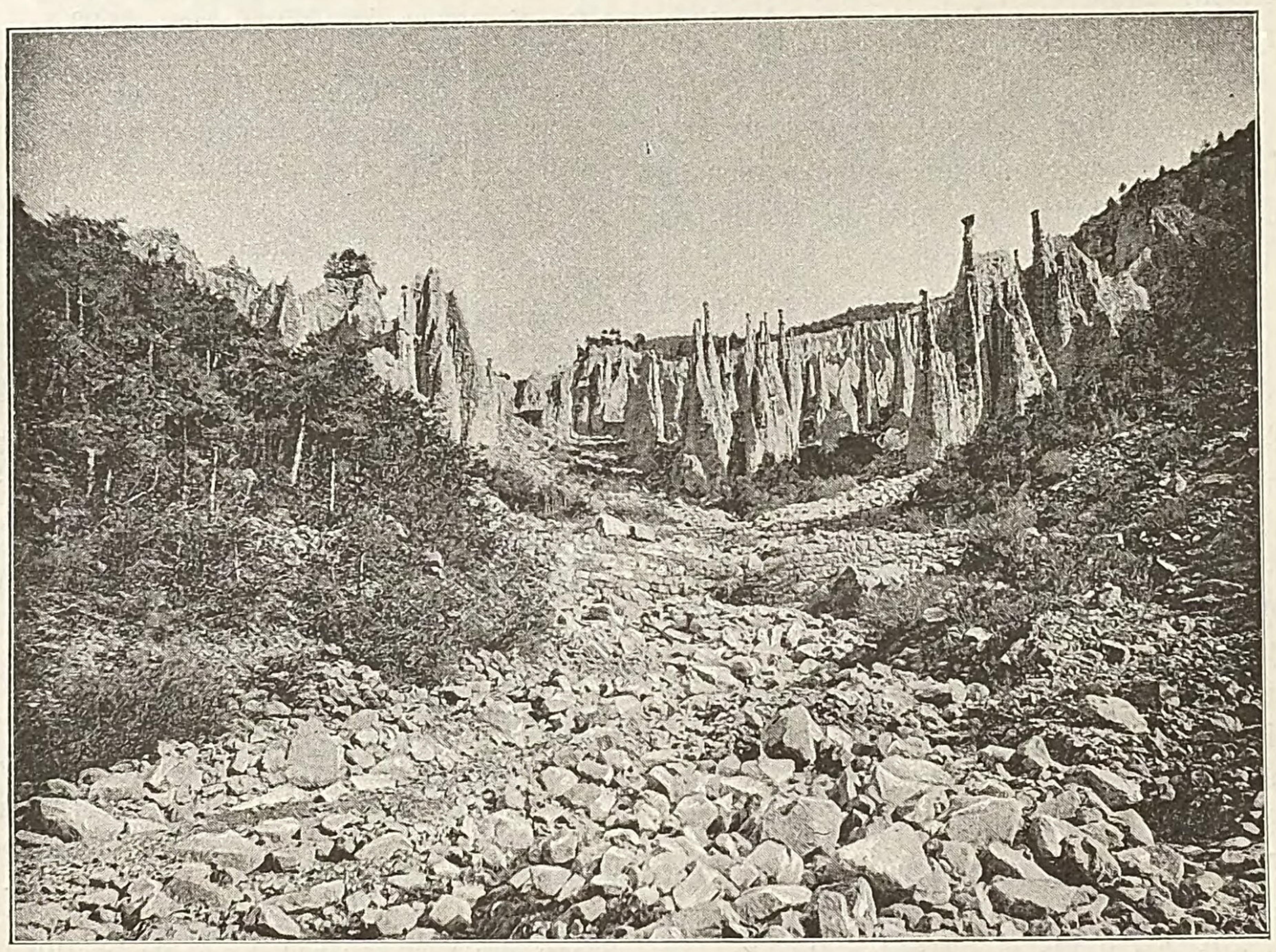
Der Avisio.

55. Capitel.

Einleitung.

Obwohl der Avisio allgemein als Bach oder auch Wildbach bezeichnet zu werden pflegt, so ist er seinem Charakter, seinem Niederschlagsgebiete und seiner Wassermenge nach nichtsweniger als das, was man in der Regel unter einem Bache zu verstehen pflegt. Der Avisio besitzt ein Niederschlagsgebiet von ca. 1000 km^2 und führt bei grösstem Hochwasser 1200 m^3 per Secunde, er durchfliesst ein 82 *km* langes, ausgedehntes mit zahlreichen Ortschaften und einer dichten Bevölkerung besetztes Thal und nimmt selbst zahlreiche grosse Seitenbäche auf, so dass er mit Recht als ein Gebirgsfluss angesehen und bezeichnet werden kann.

Fig. 38.



Die Erdpyramiden von Segonzano im Cembra-Thale.

Der Umstand, dass sowohl der Avisio, als auch der Noce, der ebenfalls nur als Gebirgsfluss, keineswegs als Bach betrachtet werden kann, doch als Bäche im Volksmunde classificiert erscheinen, rührt wohl nur daher, dass der Unterlauf in den letzten Strecken durch enge Schluchten geht, so dass beide Gewässer beim Austritt den letzteren mächtige Schuttkegel vorbauen und hiedurch ein wildbachartiges Aussehen erhalten, welches sich von demjenigen ganz kleiner Wildbäche nur durch die Grösse unterscheidet.

In der That würde niemand hinter diesen steilen Schuttkegeln und den engen Felsschluchten, aus denen sie plötzlich hervortreten, so ausgedehnte Thäler, wie das Cembra-, Fleims- und Fassa-Thal oder das Nonsberger und Sulzberger Thal vermuthen. Der Avisio ist daher ein mächtiger Gebirgsfluss, dessen unterste Strecke im Etsch-Thale durch die ungeheuere Differenz zwischen der Höhe seiner Austritts-Schlucht und dem Niveau der Etsch einen äusserlich wildbachartigen Charakter erhält.

56. Capitel.

Beschreibung des Flusslaufes.

Der Avisio entspringt in der Nähe des Fedaja-Passes in einer Meereshöhe von 2070 *m* aus dem kleinen Marmolata-Gletscher und durchfliesst bis zu seiner Einmündung in die Etsch unterhalb der Ortschaft Lavis ein 82 *km* langes Thal, welches von seinem Ursprunge bis Moëna den Namen Fassa-Thal (Val di Fassa), von da ab bis Valfloriana denjenigen des Fleims-Thales oder Val di Fiemme und im letzten südlichsten Theile von Valfloriana bis Lavis den Namen Zimmer-Thal oder Val Cembra führt. Der Verlauf des Thales hat, von kleinen Windungen abgesehen, einen genau südwestlichen Verlauf, so dass die rechtsufrige Berglehne auf der Sonnenseite, die linksufrige auf der Schattenseite liegt, ein Umstand, der für die Bildung der Wildbäche und den Bestand der Berghänge nicht ohne Belang ist.

Vom Ursprung bis Campitello hat der Avisio noch den Charakter eines Baches; hier mündet am rechten Ufer der Durone-Bach ein; der Avisio fliesst hiebei sanft und mit geringem Gefälle. Zur Rechten erheben sich die in geologischer und landschaftlicher Hinsicht so berühmten Dolomitmassen des Langkofels (3179 *m*) und des Rosengartens (2982 *m*) mit steilem Gefälle und kurzen Seitenbächen, während am linken Ufer aus dem sanfter bewegten Abhange der Marmolata der vielverzweigte Rio Nicolò herabkommt.

Bei Moëna empfängt der Avisio am linken Ufer den für diesen Ort so gefährlichen Pellegrino-Bach, welcher am Joch von St. Pellegrino entspringend, eine Länge von 11 *km* mit sanftem Gefälle in ostwestlicher Richtung durchfliesst, während seines Laufes aber zahlreiche steile in verwitterbaren Porphyr eingeschnittene Seitenbäche aufnimmt, durch welche ihm grosse Geschiebemassen zugeführt werden.

Am rechten Avisio-Ufer mündet der Rio di Costalunga ein. Diese beiden Seitenbäche, sowie die plötzliche Verengung des Thales bei Moëna schliessen das Avisio-Thal vollkommen ab und geben ihm einen eigenen Charakter. Hier schliesst auch das Fassa-Thal ab und es beginnt das Fleimser-Thal.

Im oberen Theile ist dieses bedeutend verengt bis zu den steilen Granitwänden von Predazzo, wo es den grössten Seitenzufluss des Avisio, nämlich den Travignolo-Bach empfängt, der von der Wasserscheide von Primiero beim Rolle-Pass über Paneveggio in östwestlicher Richtung fliesst und sich am linken Ufer in den Avisio ergiesst.

Von hier ab ist bereits ein breiterer Thalboden vorhanden, welcher sich im unteren Fleims-Thale unterhalb Castello wieder zu einer engen Schlucht verengt.

In der Mitte dieses reichen Thalbodens liegt der Hauptort Cavalese, im Norden von den Abhängen der Fontana Fredda, des Schwarzhornes und des Zanggen (2488 *m*) begrenzt.

Am linken Ufer mündet der Rio Cadino vom Cadin-Joch, der Wasserscheide gegen den Brenta-Fluss kommend, in den Avisio ein.

Im Cembra-Thal mit dem Hauptorte Cembra fliesst der Avisio durch eine tiefe Schlucht. Hier ist die eigentliche Ursprungsstelle jener Geschiebemassen, welche aus der Thalschlucht bei Lavis den Schuttkegel gegen die Etsch vorbauen. Der Avisio schneidet sich hier tief in alte Alluvial- und Diluvial-Terrassen ein, aus denen er jene grossen Geschiebe entnimmt, die durch ihre Grösse allein schon genügend beweisen, dass sie nicht aus dem oberen Laufe des Avisio, sondern aus dem Cembra-Thale selbst stammen. Dieser Umstand ist von grosser Wichtigkeit, weil durch ihn bewiesen wird, dass es nicht genügen würde, den Avisio in seinem Oberlaufe zu regulieren und die Seitenzuflüsse desselben zu verbauen, um die Etsch unterhalb Lavis von den sie aufstauendend Geschiebemassen zu entlasten.

Die Zurückhaltung der Geschiebe muss daher aus Rücksicht für die Etsch schon viel tiefer, und zwar unterhalb jener Terrassen von Diluvialschotter des Cembra-Thales beginnen, welche vom Avisio zu den bedeutendsten Tiefen unterwaschen, durchwühlt und weggeführt werden. Die Tiefe, bis zu welcher sich der Avisio bereits eingefressen hat, beweisen die berühmten Erdpyramiden von Segonzano. (Fig. 38.)

An dieser Stelle nur auf die Hochlagen zu verweisen wäre daher offenbar ein verfehltes Beginnen, zu welchem nur der Mangel an Ortskenntnis führen kann.

Auch in cultureller Hinsicht unterscheidet sich das Cembra-Thal wesentlich vom Fleims- und Fassa-Thal. Während im letzteren vornehmlich Feld- und Wiesenbau gepflegt wird, findet man im Cembra-Thal den Maulbeerbaum und die Rebe des Etsch-Thales.

57. Capitel.

Gefälle des Avisio.

In seiner Längenentwicklung zeigt der Avisio eine auffällige Thalstufe bei Campitello, woselbst sich das Gefälle bedeutend verflacht. Der Verlauf ist aus der nachfolgenden Tabelle, das Detaillängenprofil in der Nähe der Thalsperre von St. Giorgio aus Fig. 39 und Tafel 29, Fig. 2, zu entnehmen.

Tabelle der Längenentwicklung und der Gefälle des Avisio vom Ursprung bis zur Einmündung in die Etsch.

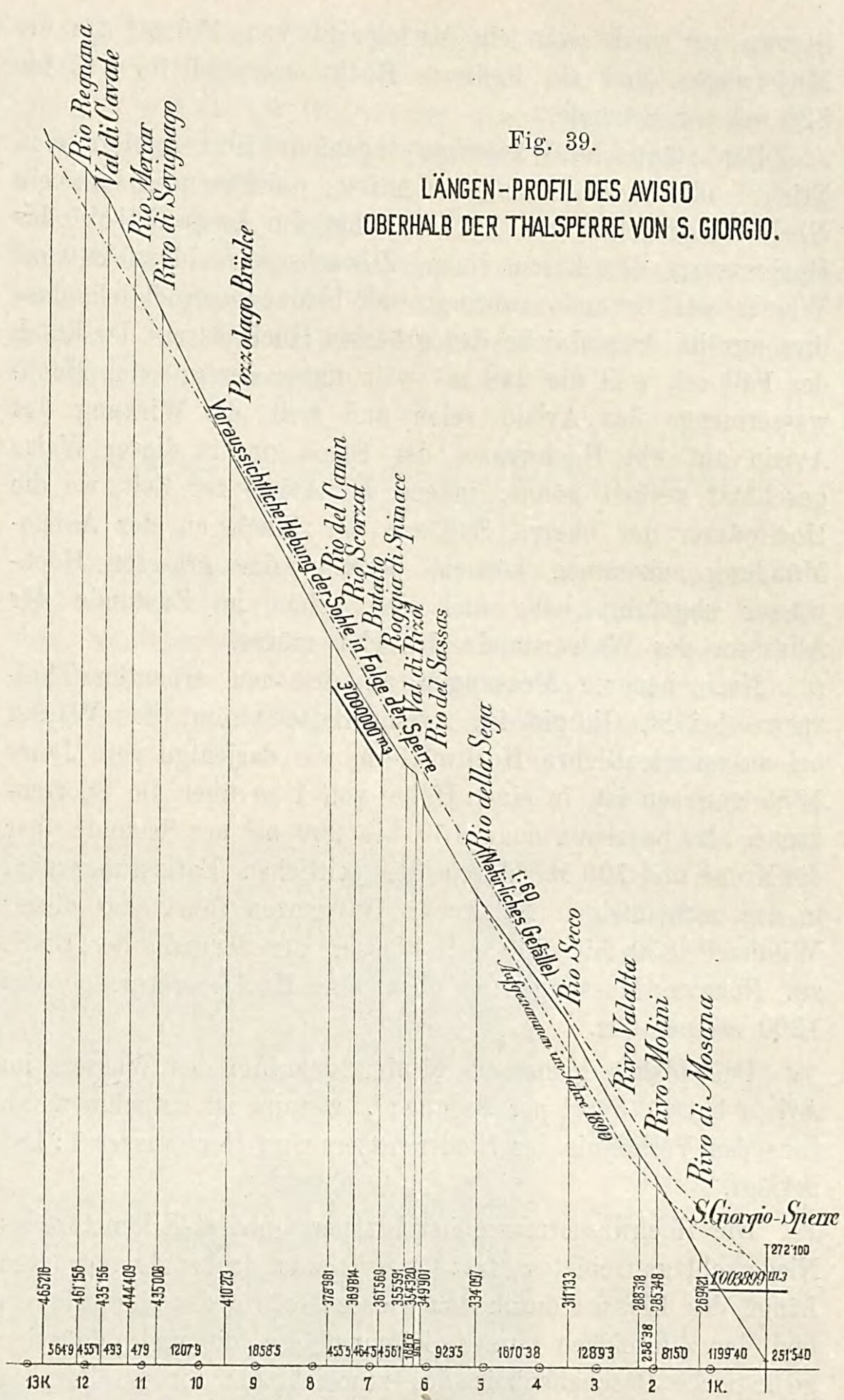
Bezeichnung der Strecke	Meereshöhe in *m*	Entfernung von einem Orte zum anderen in *m*	Gefälle auf 100 *m* Länge in *m*
Ursprung des Avisio	1890	—	—
Bis zum Dorfe Alba	1543	7000	4·96
„ „ „ Campitello	1480	4000	0·90
In der Nähe von Vigo	1300	8000	2·25
Beim Dorfe Predazzo	1010	14000	2·07
„ „ Ziano	950	4000	1·50
Vor Cavalese	840	8000	1·37
An der Brücke in Lavis	262	34000	1·70
Bei der Einmündung in die Etsch	220	3000	1·40
Zusammen	—	82000	—

Zu bemerken ist, dass diese Tabelle[1] nur zu einer allgemeinen Orientierung bestimmt ist, daher Detail-Coten aus derselben nicht entnommen werden können.

[1] Siehe Dizionario geografico statistico del Trentino.

Fig. 39.

LÄNGEN-PROFIL DES AVISIO OBERHALB DER THALSPERRE VON S. GIORGIO.



Maasstab für die Längen 1:50000
„ „ Höhen 1:500

58. Capitel.

Die Wassermengen des Avisio.

Nach den an der Strassenbrücke bei Lavis und an den beiderseitigen Ufermauern angebrachten Zeichen der Wasserhöhen vom Jahre 1868 und vom Jahre 1855 wurde bei der seinerzeitigen Ausarbeitung des Etsch-Regulierungsprojectes für die Strecke von Masetto bis Nomi[1] das gewöhnliche Hochwasser mit 460, das ausserordentliche Hochwasser von 1855 auf 820 und vom Jahre 1868 auf 620 bis 630 m^3 per Secunde ermittelt, wobei jedoch angenommen wurde, dass diese Wassermasse wegen der folgenden Vertheilung auf den langen und ausgebreiteten Schuttkegel und Versickerung nicht zur vollen Abfuhr in die Etsch gelange.

In den Jahren 1876 und 1877 wurden die schon früher begonnenen Beobachtungen des Anwachsens und des Verlaufes der Avisio-Gewässer fortgesetzt, wobei sich herausstellte, dass der durch längere Zeit des Jahres andauernde Mittelwasserstand mit rund 110 m^3, der ausserordentliche Hochwasserstand vom Jahre 1855 aber mit 815 bis 820 m^3 angenommen werden kann.

Oberbaurath Semrad schlug deswegen im September 1877 die Anlage eines Doppelprofiles für die Avisio-Regu-

[1] Semrad: Bericht vom Jahre 1876.

lierung vor und zwar ein Mittelprofil von 110 m^3 für die Mittelwässer und ein breiteres Hochwasserprofil für 815 bis 820 m^3 per Secunde.

Der städtische Wasserbau-Ingenieur Herr Apollonio in Trient[1] nimmt an, dass der Avisio, welcher nach ihm ein Niederschlagsgebiet von 1128 km^2 hat, im Augenblicke des Hochwassers der Etsch einen Zuwachs von bloss 240 m^3 Wasser per Secunde zubringe und betont ausdrücklich, dass dies nur im Augenblicke des grössten Hochwassers der Etsch der Fall sei, weil die 240 m^3 weit unter der grössten Hochwassermenge des Avisio seien und weil die Wirkung des Avisio auf ein Hochwasser der Etsch nur in dieser Weise geschätzt werden könne, indem der Avisio zur Zeit, wo die Hochwässer der oberen Zuflüsse der Etsch an der Avisio-Mündung ankommen können, bereits seine grössten Hochwässer abgeführt habe und sich schon im Zustande der Abnahme des Wasserstandes befinden müsse.

Nach neueren Messungen an der neu erbauten Thalsperre bei St. Giorgio im Avisio-Bette strömt das Wasser bei ausserordentlichen Hochwässern, wie dasjenige vom Jahre 1885 gewesen ist, in einer Höhe von 1 m über die Sperrenkrone. Es passieren dann 150 bis 200 m^3 per Secunde über die Krone und 700 m^3 durch den seitlichen Entlastungscanal in der rechtsufrigen Felswand. Im ganzen führt also dieser Wildbach 850 bis 900 m^3 Wasser per Secunde der Etsch zu. Neueste Messungen ergeben eine Hochwassermenge von 1200 m^3 per Sec.

Das bisher gemessene Minimalquantum des Wassers im Avisio betrug 5 m^3 per Secunde[2], woraus zu entnehmen ist, dass das Verhältnis des Niederwassers zum Hochwasser 1 : 180 beträgt.

Die Hochwassermasse beträgt per Quadrat-Kilometer des Niederschlags-Gebietes fast 1 m^3, was trotz der grossen Länge des Flusses durch das grosse Gefälle des Hauptflusses und der zahlreichen kurzen Seitenzuflüsse, die undurchlässige geologische Beschaffenheit des zumeist aus rothem Porphyr bestehenden Gebietes und den grossen Regenmengen desselben erklärlich ist.

59. Capitel.

Das Regulierungsproject des Avisio.

A. Einleitung.

Die Regulierung des Avisio im oberen Thale hat zumeist eine locale Bedeutung und gehört nicht in den Rahmen der vorliegenden Schrift. Ebenso soll sich auch auf das Gebiet der Verbauung der Wildbäche im Quellgebiete nicht näher eingelassen werden, weil dieses vom Gegenstande der vorliegenden Schrift, welche sich mit der Etsch und der Verbauung der Ausgangsschluchten der wichtigsten Seitenzuflüsse derselben beschäftigt, zu weit abseits liegt.

So wurde auch seit jeher die Aufgabe der Etsch-Regulierung aufgefasst, dass sich diese nur mit der Regulierung des Avisio vom Ausgange aus dem Cembra-Thal unmittelbar oberhalb der Ortschaft Lavis bis zur Einmündung in die Etsch zu befassen habe. Wie sehr die Etsch-Regulierung aber gezwungen ist sich mit der Avisio-Regulierung zu befassen, ist durch die unbedingte Nothwendigkeit den Staurücken des Avisio in der Etsch, durch welchen die ganze Gegend oberhalb demselben in einen unbewohnbaren Sumpf verwandelt zu werden bedroht ist, zu beheben erklärlich.

Es versteht sich von selbst, dass die Etsch-Regulierung die Abschneidung der Geschiebezufuhr des Avisio nur durch locale Maassregeln anstreben konnte, deren Wirkung in einer Zeit absehbar war, in welcher die Etsch-Regulierung bereits ihre Früchte tragen sollte und musste. Die Etsch-Regulierung konnte nicht die Verbauung aller Wildbäche des 1000 km^2 messenden Avisio-Gebietes ins Auge fassen und den erst fraglichen Erfolg abwarten, umsoweniger, als wie schon erwähnt wurde, die Hauptgeschiebemassen gar nicht einmal aus dem oberen Thale kommen, sondern erwiesenermaassen aus dem unteren Cembra-Thale, daher auch die Vorrichtungen zur Zurückhaltung dieses Geschiebes jedenfalls nicht weit oberhalb Lavis beginnen mussten.

Grosse Geschiebemassen können aber nur durch Thalsperren aufgehalten werden, wenn sie einmal in Bewegung sind und wenn ihre Erzeugung wegen der enormen Kosten einer vollständigen Versicherung der Ufer und der Sohle des ganzen Avisio-Flusses vorläufig in absehbarer Zeit nicht verhindert werden kann.

Dass Thalsperren ober Lavis unter solchen Verhältnissen von jedem Ortskundigen als unentbehrlich erkannt werden mussten, ist daher klar und es konnte sich nur um die Zahl und Grösse derselben handeln. Ueber diesen Punkt waren und sind die Ansichten bis heute allerdings getheilt; die einen waren für mehrere kleinere, die anderen für eine grosse Sperre; die Gründe, welche für und wider vorgebracht wurden, sowie die schliessliche Entscheidung sind aus dem Nachstehenden zu entnehmen.

B. Geschichtliche Notizen über den Ort Lavis und die ältesten Uferschutzbauten.

Aus der Geschichte des Ortes Lavis sollen hier nur diejenigen Momente kurz angeführt werden, welche seine Beziehungen zum Avisio, insbesondere die gegen denselben seit dem Bestande der Ortschaft ergriffenen Schutzmaassnahmen erklären.

Der Name Lavis sollte eigentlich L'Avis (der Avisio) geschrieben werden und ist mit dem Namen des die Ortschaft durchströmenden Bergflusses identisch. Diese Bezeichnung ist vollkommen natürlich, indem noch vor Bestand der Ortschaft die Fuhrleute und Reisenden der grossen Völkerstrasse nach Italien, welche seit jeher den Avisio knapp beim Austritte desselben aus der Thalschlucht überschreiten mussten, den Ort einfach nach dem plötzlich hervorbrechenden Flusse benannten.

Die alten Erinnerungen des Bezirkes von Lavis vereinigen sich mit jenen des Herrn v. Königsberg, dem er gehörte, und der Name selbst, welcher „Berg des Königs" heisst, ist ein Zeichen, dass der wichtige Uebergang bei der Strassenbrücke von Lavis schon in entlegenen Zeiten von grosser Bedeutung war und dass die deutschen Könige, welche das Lehen des Königsberges beherrschten, sich des wichtigen Passes zu versichern trachteten, welcher das Etsch-Thal nördlich von Trient abschliesst.

Die alte Volkstradition erzählt, dass ursprünglich die Gerichtsstelle im Schlosse Königsberg war und erst später nach Pressano, nördlich von Lavis übertragen worden sei, welches erstere schon im fünfzehnten Jahrhunderte ein weit blühenderes Dorf war als Lavis und jetzt sind dort noch die Räumlichkeiten, in denen die Gefängnisse unterbracht waren, zu sehen. Es sind Erinnerungen vorhanden, dass der erste Richter im Jahre 1483 ernannt worden ist, worauf eine Folge von 42 Richtern der Grundobrigkeit die Gerichtsbarkeit bis zum Jahre 1835 handhabten.

[1] Apollonio: Relazione sulle piene dell' Adige e dell' Avisio e sui lavori da eseguirsi per diffendere la città e le campagne di Trento. (Trento 29. Ottobre 1885.)

[2] „Thalsperre über den Avisio bei Lavis in Tirol" vom Sections-Ingenieur Hüny (Danubius 1886).

Der Ort Lavis liegt am rechten Ufer des Avisio, wohl verborgen hinter den Felsen bei der raschen Krümmung des Avisio. (Fig. 40.)

In alter Zeit war dort nichts, als eine Behausung mit einer Mühle an dem genannten Bache, welcher frei über den Schuttkegel floss und nicht in der Weise eingedämmt, wie dies gegenwärtig der Fall ist; dies muss umsomehr hervorgehoben werden, als überall in den Feldern und Gärten in ganz geringer Tiefe schon die Geschiebe des Avisio zu treffen sind.

Im Gemeinde-Archiv von Lavis ist ein alter Situationsplan vorhanden, welcher das obige bestätigt. Erst im dreizehnten und vierzehnten Jahrhunderte wurden einige Häuser gebaut, welche gegen den Bach mit Schutzbauten aus Holz gesichert wurden, welche sich von der Thalschlucht aus auf 100 Klafter abwärts erstreckten.

Im fünfzehnten Jahrhunderte wurden diese Uferschutzwerke bis auf die Länge von 500 Klaftern mit grossen Opfern der Bewohner verlängert und seit dieser Zeit erst begann sich das Dorf zu vergrössern und die Bevölkerung zu vermehren.

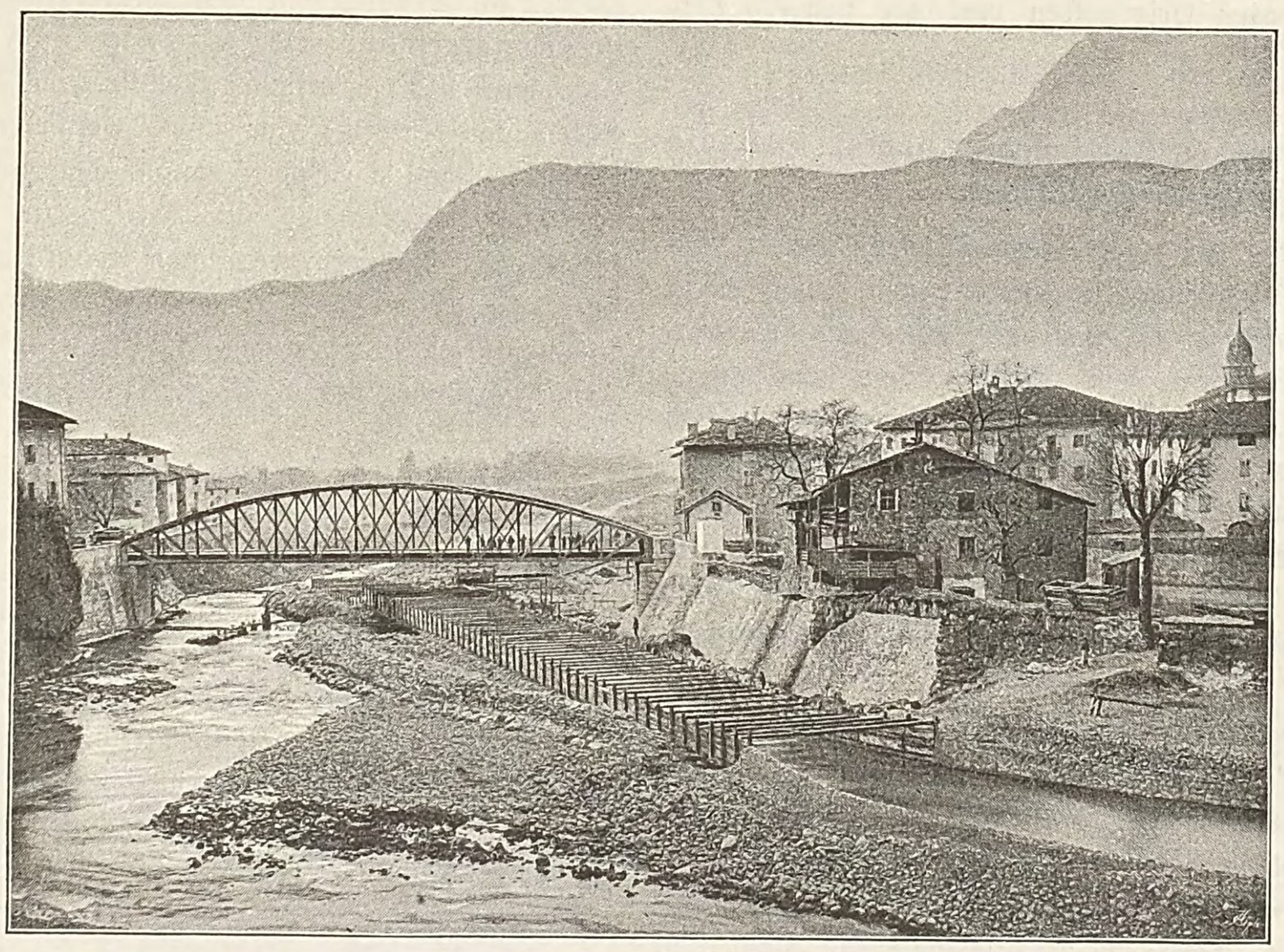
Die Einwohnerr hiengen in dieser Zeit vom Pfarrer von Giovo im Cembra-Thale ab; in Lavis war niemals ein stabiler Geistlicher früher als im Jahre 1488 und erst in diesem Jahre gründeten die Einwohner einen Fond zur Erhaltung eines solchen mit Hilfe von Subsidien des Erzherzogs Sigismund, damit dem kirchlichen Bedürfnisse der Alten und Gebrechlichen, welche sich wegen der grossen Entfernung zur Pfarre nicht begeben konnten, abgeholfen werde. Dieser Geistliche wurde am 18. Juli 1488 als Beneficiant vom Bischof in Trient eingesetzt. Als die Zahl der Einwohner immer mehr wuchs, wurde das Benefiz im Jahre 1591 zur Pfarre erhoben. Von dieser Zeit an wurde die Kirche in Lavis mit Geistlichen aus der Präpositur von St. Michele versorgt, welcher sie als Fraction der Pfarre von Giovo angehörte. Dies dauerte bis zur Aufhebung der Präpositur von St. Michele, welche im Jahre 1807 erfolgte. Die Kirche von Lavis wurde zur Pfarre erhoben im Jahre 1833.

Aus den Taufregistern kann die stetige Vermehrung der Bevölkerung dieses Marktfleckens entnommen werden.

Im Jahre 1670 zählte Lavis 734 Einwohner, im Jahre 1739 deren 1171, im Jahre 1769 war die Bevölkerung auf 1292, im Jahre 1810 auf 2000 Einwohner angewachsen und zählte im Jahre 1880 2985 Bewohner.[1]

[1] Relazione statistica della Camera di Comercio e d'industria in Rovereto per l'anno 1880. Ein späterer Bericht der Handelskammer ist leider noch nicht erschienen, daher die gegenwärtige Bevölkerung nicht angegeben werden konnte.

Fig. 40.



Die Reichsstrassenbrücke über den Avisio bei Lavis.

An der Einmündung des Avisio in die Etsch befand sich schon seit langer Zeit in der Localität „ai Vodi“ eine Brettsäge, zu welcher die Hölzer aus dem Fleims-Thale auf dem Avisio getriftet wurden. Dieses Sägewerk hatte einmal bedeutende Dimensionen und trug zur Verwilderung des Avisio-Bettes sehr viel bei. Es wurde geduldet, weil die Werksinhabung Riccabona bedeutende Entschädigungen an die Einwohner zahlte, wodurch diese eine Art leichter Erwerbsquelle hatten;[1] den Schaden, den das öffentliche Interesse dadurch erlitt, hatte freilich niemand bezahlt.

C. Wichtige Folgerungen aus der Geschichte des Ortes Lavis.

Die angeführten historischen Momente sind darum von höchster Wichtigkeit, weil aus ihnen leicht gefolgert werden kann, unter welchen Verhältnissen, namentlich unter welchem Bachregime die erste Ansiedlung an der Ausgangsschlucht des Avisio-Baches erfolgte und in welcher Beziehung die Entwicklung des Ortes Lavis zu den Ausbrüchen des Wildbaches seit jeher gestanden ist.

Man sieht vor allem, dass Lavis nicht die erste Ansiedlung war, von welcher aus die menschliche Cultur weiter in das Thal vordrang, sondern ganz umgekehrt, dass der Schuttkegel des Avisio ein wohl mit Grund gemiedener Ort war, auf welchem sich erst die Ansiedlung bildete, als die Bevölkerung in der Umgebung, in den besser gelegenen Ortschaften Pressano, Giovo etc. zugenommen hatte. Kaum hatten sich aber neben der Mühle, die selbstverständlich nur am Wasser sein konnte, einige ärmliche Hütten angebaut, als auch gleich der Kampf mit dem Wildbach aufgenommen werden musste. Die Wechselwirkung zwischen den Häusern des Ortes und den im selben Verhältnisse wachsenden Schutzbauten ist historisch erwiesen; die Ortschaft und die Schutzbauten sind mit einander gleichzeitig entstanden und mit einander mit den wachsenden Bedürfnissen grösser geworden.

So schwer gewiss die Last der Ufervertheidigung gegen den Avisio den Lavisanern von jeher gewesen sein mag, so waren doch auch die Vortheile, die sie aus ihm zogen, auf der Hand liegend.

Die Möglichkeit die Grundstücke mit den reichlichen, düngenden Wassermengen zu bewässern, sie ebenso leicht zu entwässern, die Leichtigkeit an dem verschotterten Schuttkegel

[1] Dizionario topografico del Trentino, dem auch die anderen historischen Daten entnommen sind.

Gründe zu erwerben und zu cultivieren, die für Mühlen und andere Gewerbe und Fabriken leicht auszunützende Wasserkraft, das gesunde Trinkwasser, die sonnige trockene Lage im Gegensatz zum versumpften Etsch-Thale und schliesslich der reiche Holzhandel und Trift am Avisio waren Anziehungspunkte genug, aus Lavis das zu machen, was es heute ist.

Die Gefahr des Wildbaches beurtheilt der Gebirgsbewohner ganz anders als mancher Schriftsteller, der in der Möglichkeit der Zerstörung einiger Häuser oder eines Ortes, schon einen Grund sehen könnte, den Ort preiszugeben, während der Gebirgsbewohner davor nicht zurückschreckt, sein beschädigtes Haus wieder herstellt, ja selbst auf den Trümmern des zerstörten, mit Zuhilfenahme des alten oder aus den Gemeindewäldern umsonst beigestellten Materiales und aus den überall zur Verfügung stehenden Steinen, als stets Geschickter sein neues Heim baut.

Dieses Beispiel zeigt schlagend, wie irrig die Ansichten vieler hervorragender Schriftsteller sind,[1] welche die Ansichten vertraten, dass die Ansiedlungen an den Schuttkegeln zu einer paradiesischen Zeit entstanden seien, in welcher der Wildbach in keiner Weise gefährlich erschien und dass diese Gefährdung derartig angelegter Ortschaften erst der neueren Zeit angehört.

D. Die verschiedenen Anträge der Experten über die Avisio-Regulierung.

In dem Projecte des k. k. Genie-Majors Nowak vom Jahre 1803 war die Ableitung des Avisio gegen Trient zu in ähnlicher Weise beantragt, wie dies beim Noce der Fall war. Diese Ableitung wurde von dem damals schon bestehenden Avisio-Regulierungs-Consortium gewünscht, was sehr begreiflich ist, indem die Lavisaner durch eine derartige Ableitung nicht nur in ihrem Uferschutz eine wesentliche Erleichterung erfahren, sondern auch ausgedehnte, gut gelegene Grundstücke gewinnen würden. Die Stadt Trient, auf welche das Uebel von Lavis überwälzt worden wäre, hat sich jedoch dagegen energisch gewehrt.

Pasetti hat in seinem Gutachten vom 14. December 1845 ebenfalls das Nowak'sche Project für unzweckmässig erklärt, weil die Etsch von Lavis bis gegen Gardolo ein starkes Gefälle hat, wodurch das Anlangen der Hochwässer im tiefer liegenden Becken von Trient befördert werden würde, wodurch die ohnehin den Hochwässern damals noch preisgegebene Stadt und Umgebung von Trient noch mehr geschädigt werden müsste.

Der Schaden, den man hiedurch der Stadt Trient und den anliegenden Gründen zufügen würde, wäre nach Ansicht Pasetti's weit grösser, als die unbedeutende Erleichterung, welche dadurch den nicht weit oberhalb der Ausmündung am rechten Ufer des Avisio gelegenen Consortialgründen verschafft würde.

Pasetti erklärte diese Ableitung auch für das höher liegende Territorium nicht für nothwendig, weil dieses, wenn die Etsch und der Noce einmal in das Zambaner Moos abgeleitet worden sein werden, ein hinlängliches Gefälle haben werde, um sich entwässern zu können.

Gleichzeitig erklärte sich Pasetti auch für die damals vom Consorzio Avisano in Lavis geplante Verlängerung des rechtsufrigen Avisio-Dammes nach unten, verlangte jedoch, dass dieselbe nicht parallel zur Axe des Wildbaches, also senkrecht gegen den Etschlauf, sondern derart geschehe, dass die Richtung dieser Ufermauer etschaufwärts einen stumpfen und daher flussabwärts einen spitzigen Winkel und mit der Mittellinie des Avisio einen Winkel von 13° 3′ bilden solle, damit durch diese gewissermaassen trichterförmige Anlage das rechte Avisio-Ufer ebenso an der Geschiebe-Ablagerung theilnehme, wie das linke, welches durch die geplante senkrechte Anlage offenbar benachtheiligt wäre.

Rücksichtlich der Herstellung von Thalsperren, um hinter denselben ein Becken zu bilden, in welchem das Materiale zurückgehalten wird, und um das Gefälle und hiemit die Gewalt des Wildbaches zu brechen, spricht sich Pasetti dahin aus, dass es wohl leicht sei, in den Thälern kleinerer Wildbäche Thalsperren herzustellen, dass es aber bedeutende Schwierigkeiten und Auslagen an grossen Wildbächen verursache, an denen es gerade am nützlichsten sei. Aus diesem Grunde könne die Verfassung der betreffenden Projecte nur einem erfahrenen und praktisch gebildeten Ingenieur anvertraut werden.

Was die Maxima der Thalsperren betrifft, so ist es nach Pasetti's Meinung ausser Zweifel, dass dieselben heroische Mittel seien, ihr Erfolg sei ausgiebig und unmittelbar; sie halten nämlich alles Geschiebe so lange zurück, als das Becken hinter denselben nicht ausgefüllt sei. Wenn aber dieses Becken ausgefüllt worden wäre und der Wildbach sich oberhalb der Sperre sein natürliches Gefälle wieder gebildet hätte, dann würde das Material wie sonst, weiter vertragen werden und über den Rand der Sperre sammt dem Geschiebe herabstürzen.

Die Wirksamkeit der Thalsperren könne man jedoch bedeutend verlängern, wenn man darauf bedacht ist, das Becken, kurz, bevor es gänzlich ausgefüllt wird, zu bepflanzen, zu welchem Behufe man den Wildbach ableitet und in mehrere Arme zertheilt, damit die Setzlinge Zeit haben, Wurzel zu schlagen.

Rücksichtlich der Oertlichkeit, in welcher Thalsperren anzulegen seien, dürfte nach Ansicht Pasetti's keine Willkür stattfinden; man müsse sie an jenen Thalengen anlegen, wo der Wildbach in beständigen und felsigen Schluchten fliesse und wo sich das Thal unmittelbar oberhalb der Schlucht ausbreite, um ein breites Becken zu erhalten.

Es wäre daher nach Pasetti erforderlich, an verschiedenen Stellen des Avisio Erhebungen vorzunehmen, wie dies ähnlich an der Fersina geschehen sei und denselben rücksichtlich der Anwendbarkeit der Thalsperren einer reiflichen Untersuchung zu unterziehen.

Die Herstellung der Thalsperren ist nach Pasetti eine Arbeit, welche unabhängig von den für das flache Etsch-Thal in Antrag gebrachten Maassregeln ausgeführt werden könne. Sie würde in dem flachen Etsch-Thale einen namhaften und baldigen Nutzen bringen und in Verbindung mit der Wildbachverbauung in den Hochlagen, den Aufforstungen, dem Einstellen und Regeln der Weide, der Trift, sowie der Handhabung der Forstpolizei ein grosser Schritt zum Wohle des Gebirges und des flachen Landes sein.

Während diese lange dauernden Vorkehrungen im Gebirge getroffen würden, hält Pasetti die sofortige Inangriffnahme der Erhebungen zur Verfassung des Projectes für die Thalsperren am Avisio, am Noce etc. für sehr dringend.

Aus diesen Darlegungen Pasetti's geht, obwohl er sich über die Anlage der Avisio-Sperre an der jetzigen Baustelle bei Lavis auszusprechen keine Gelegenheit hatte, unzweifelhaft hervor, dass er am Avisio eine grosse, ausgiebig wirksame Sperre, oder um mit ihm zu sprechen, ein heroisches Mittel im Auge hatte, für welche er ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten und Baukosten in Aussicht stellte. Nach der ganzen Beschreibung kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die jetzige Anlage und Baustelle der Avisio-Sperre ganz den

[1] Ernst Cézanne: Suite de l'étude sur les torrents des Hautes-Alpes par Alexandre Surell, Paris 1870. (Capitel: „L'ère torrentielle").

Anschauungen Pasetti's entspricht und dass er selbst sie nicht anders gewählt haben würde.

Der k. k. Oberbaurath Martin Ritter v. Kink, welcher in genialer Weise den Schwerpunkt der Etsch-Regulierung zwischen Bozen und Trient gerade in der Behandlung des Avisio erkannte, hat dies in seinem Gutachten vom 15. December 1869 schlagend nachgewiesen.

Nach dem Projecte Kink's sollte die Etsch von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele in einem langen Durchstiche bei Nave St. Rocco und sodann um den ganzen Schuttkegel des Avisio herum bis zum projectierten Durchstiche des Etschbogens bei der Ischia Wolkenstein in lauter Durchstichen geführt werden (bis auf die Stelle an der Avisio-Mündung), um eine ausgiebige Vertiefung der Etsch, bezw. die Abtreibung des in derselben durch den Avisio gebildeten Staurückens zu ermöglichen.

Was den Avisio von Lavis abwärts anbelangt, so sollte derselbe nach Kink ein Mittel- und ein Hochwasserprofil erhalten. Das Mittelwasserprofil sollte oberhalb des Viaductes der Eisenbahn „ai Vodi" in einem Bogen nach links derart geleitet werden, dass es dem ganzen Laufe des projectierten Wolkenstein-Durchstiches parallel gefolgt und von letzterem nur durch ein Separationswerk derart getrennt wäre, dass die Avisio-Geschiebe nicht wie bisher direct in die Etsch einfliessen könnten. Die Hochwasserdämme des Avisio sollten nach Kink parallel zum Mittelwasserprofil nach Belassung des erforderlichen Vorlandes bis zum Beginne des Wolkenstein-Durchstiches gehen, von wo an das schon erwähnte Separationswerk als rechtsufriger Hochwasserdamm und der Eisenbahndamm und die ebenfalls schon erwähnte Rosta Tonnera als linksufriger Hochwasserdamm derart zu fungieren hätten, dass der ganze Zwischenraum zwischen dem Wolkenstein-Durchstich, dem Eisenbahndamm und der Rosta Tonnera, einschliesslich des alten Etsch-Bettes längs des genannten Durchstiches als Ablagerungsplatz für die Avisio-Geschiebe zu dienen hätte. Oberbaurath v. Kink wollte daher den Avisio von der Etsch ganz separieren und letztere von den Avisio-Geschieben entlasten, welche auf dem künstlich geschaffenen 130 Joch messenden Ablagerungsplatze deponiert werden sollten.

Hiebei setzte Herr v. Kink als selbstverständlich voraus, dass keine Kosten gescheut werden dürfen, um schon im Quellgebiete des Avisio selbst — in dem Cembra- und Fleimser-Thale — durch Thalsperren mit eigenen seitwärtigen Bachtunnels, Stauwerke, Flechtwerke, Aufforstungen u. s. w. theils das Entstehen neuer Geschiebsbewegungen, theils deren Fortbringung gegen die Etsch-Ebene nach Möglichkeit zu verhindern.

Unter den Thalsperren mit eigenen seitwärtigen Bachtunnels meint Herr v. Kink Thalsperren, bei welchen der Bach nicht, wie dies bei kleineren Sperren immer der Fall ist, über die Sperrenkrone fällt, sondern seitlich durch einen in das Felswiderlager angebrachten Tunnel abgeleitet wird. Statt derartigen Tunnels macht man gegenwärtig wohl meistens seitliche gallerieartig in Fels eingeschnittene Entlastungscanäle. Gegen die Eintunnelung des seitlichen Entlastungscanales, die beispielsweise für die Thalsperre in Grigno (Valsugana) projectiert war, wird meistens eingewendet, dass eine Verstopfung, namentlich eine Verklausung desselben mit Wildhölzern viel leichter erfolgen kann, als im freien Felseinschnitte, was allerdings zutreffend ist. Diese Bedenken haben auch den Verfasser im Jahre 1891 abgehalten, einen Tunnelcanal für die Avisio-Sperre vorzuschlagen.

Gelegentlich eines späteren Vorschlages beantragte Oberbaurath v. Kink die Anlage einer grossen Thalsperre im Avisio-Thal und zwar in dem schluchtartig im Porphyrfelsen eingebetteten Laufe oberhalb Lavis.

Diese Thalsperre sollte im Vergleiche mit der jetzt bestehenden in den beiliegenden Tafeln 30 und 31 abgebildeten Thalsperre bei nahezu gleicher Länge eine mehr als doppelt so grosse Höhe erhalten und ca. 1 *km* oberhalb der ärarischen Strassenbrücke von Lavis angelegt werden. Fig. 1, Tafel 35, stellt die Situation, Fig. 2, Tafel 35, den Schnitt der Thalsperre nach dem Kink'schen Projecte dar. Darnach sollte die Sperre fast 40 *m* hoch sein.

Der Wildbach selbst sollte durch einen Felseinschnitt links der Sperre abgeleitet, also nicht über die Sperre geführt werden und in einer grossartigen Cascade in das Avisio-Bett herabstürzen, von welcher sich Semrad einen grossen landschaftlichen Effect versprach.

Anderer Meinung war der Herr k. k. Oberbaurath Semrad hinsichtlich der Thalsperre am Avisio, während sein Project für die Avisio-Regulierung von Lavis bis zur Einmündung in die Etsch vom Kink'schen Projecte nicht wesentlich abwich.[1]

Herr Oberbaurath Semrad erklärte ebenfalls die Regulierung des Avisio an der Einmündungsstrecke als den Schlüsselpunkt der Regulierung des oberen Etsch-Laufes und beantragte in seinem Berichte vom 20. Jänner 1876 den Avisio schon von der Strassenbrücke bei Lavis aus in ein geöffnetes Gerinne zu fassen und mit einem Linksbogen in das zu verlassende alte Etsch-Bett bei der Ischia Wolkenstein zu leiten. Diesen Antrag modificierte Semrad im September 1877 dahin, dass die Ableitung des Avisio nicht schon von der Strassenbrücke, sondern erst dort zu beginnen hätte, wo die bestehenden alten Avisio-Dämme stärker zu convergieren anfangen.

Das Project Semrad's ist aus Tafel 29 zu entnehmen. Fig. 1, Tafel 29, zeigt in rothen Linien das erste, in blauen Linien das zweite Semrad'sche Project in der Situation, Fig. 2 die Längenprofile beider Projects-Varianten sammt den projectierten beiden Thalsperren bis zur Einmündung in die Etsch, schliesslich die Fig. 4, 5, 6, 8, 9, 10 und 11 die Querprofile beider Varianten. Fig. 7 zeigt die Detailsituation des Avisio-Gerinnes nach dem zweiten Projecte an der Durchführungsstelle unter dem Eisenbahnviaducte „ai Vodi".

Nach dem I. Projecte Semrad's war die Aushebung des Gerinnes für den Avisio-Bach von der Strassenbrücke bei Lavis angefangen nach dem Profil 10—22, Fig. 5, Tafel 29, auf eine Länge von 2372 *m* beantragt. Dieses Profil hatte einen Wasserquerschnitt $a = 99{\cdot}37\ m$, die Gesammthöhe $h = 2{\cdot}5\,m$, den benetzten Umfang $p = 45{\cdot}0\,m$, den hydraulischen Radius $R = 2{\cdot}2$. Hieraus berechnete Semrad unter Annahme des Coëfficienten $C = 47{\cdot}5$ nach Scala IV der Bazin-schen Formel bei einem Gefälle $J = 0{\cdot}0136$ die mittlere Geschwindigkeit des Wassers mit $v = 8{\cdot}22\,m$ per Secunde und die Wasserconsumtion $Q = 816{\cdot}8\,m^3$ per Sec. Semrad gieng hiebei davon aus, dass das grösste Hochwasser im Jahre 1855 820 bis 830 m^3 per Secunde führte, daher in dem neuprojectierten Gerinne noch ganz aufgenommen werden sollte.

Hiebei war bloss die Ausgrabung zur Anlage der beiderseitigen Vorgründe, des Ufertaluds und einer Mittel-Cunette beantragt (Fig. 5, Tafel 29), damit die Selbstausbildung durch die Kraft der eingeleiteten Gewässer erfolgen könne.

Vom Profil 22 abwärts bis zur Einmündung in die Etsch bei Profil 28 (Fig. 1, Tafel 29) sollte das ganze Gerinne nach dem Profil 22—28 (Fig. 6, Tafel 29) erfolgen. Dieses letztere Profil hatte bei $a = 121{\cdot}5\,m$, $h = 3\,m$, $p = 46{\cdot}9\,m$, $R = 2{\cdot}6\,m$, $C = 48{\cdot}9$ (Scala IV), $J = 0{\cdot}008$, $v = 7\,m$ per Sec., die Wasserconsumtion von $Q = 850{\cdot}5\,m^3$ per Sec.

[1] Semrad: Technischer Bericht über die im Etsch-Flusse von Masetto bis Nomi vorzunehmenden Correctionen vom 20. Jänner 1876.

Zur Verhinderung von Auskolkungen und unregelmässiger Bildung der Bachsohle waren in Abständen von je 100 *m* Steinbermen in Segmentform (Grundsperren) beantragt, deren daher auf die ganze Länge des projectierten Avisio-Gerinnes 30 an der Zahl anzulegen waren. Jede solche Berme sollte 2 *m* breit und 1 *m* hoch sein und aus rauhem Porphyr-Quadermauerwerk hergestellt werden.

Zur Ausführung dieses Projectes wäre die Herstellung eines neuen Objectes durch den Bahndamm bei Profil 25 bis 28 erforderlich gewesen, welches in Fig. 3, Tafel 29, in der Situation, in Fig. 4, Tafel 29, in Längenschnitt und Ansicht dargestellt erscheint.

Unter dem Eisenbahn-Viaduct sollten der linke und rechte Damm des neuen Avisio-Gerinnes mit dem linken und rechten Damme des alten Etsch-Bettes längs des schon damals projectierten Durchstiches von „Ischia Wolkenstein" continuierlich verbunden werden, so dass dieses alte Etsch-Bett als Ablagerungsplatz für die Avisio-Geschiebe zu dienen gehabt hätte. (Fig. 1, Tafel 29.)

Die Lage der beiden von Semrad projectierten Thalsperren in der Avisio-Schlucht oberhalb Lavis ist aus Fig. 1, Tafel 29, ersichtlich. Die Construction dieser Sperren ist in Fig. 8 und 9, Tafel 35, im Querschnitte dargestellt. Eine derselben sollte eine Höhe von 8 *m*, die andere die Höhe von 4 *m* erhalten. Die Form ist die eines gewöhnlichen steinernen Wehres, die Krümmung der Oberfläche nach einer sehr flachen Sinus-Linie angelegt. Die grössere Sperre sollte 46 *m*, die kleinere 20 *m* im Querschnitt stark sein.

Die Herstellung war aus gut gepackter und geschlichteter Steinschüttung gedacht, wobei die Oberfläche dieser Thalsperren oder vielmehr Steinwehren aus einer 1 *m* dicken Rollschichte von rauh bearbeiteten und in den Stossfugen in Cement gelegten Porphyr-Quadern gebildet werden sollte, wie dies aus Fig. 8 und 9, Tafel 35, ersichtlich ist.

Der laufende Meter der grösseren 8 *m* hohen Thalsperre war, bei 59 m^3 Aushub des Bachgeschiebes zu 80 kr. mit 47 fl. 20 kr., bei 153 m^3 Rauhmauerwerk mit Verwendung des groben Bachgeschiebes zu 1 fl. 80 kr. mit 275 fl. 40 kr. und bei 36 m^3 Rollschicht-Quadern zu 16 fl. mit 576 fl., daher im ganzen mit 898 fl. 60 kr. veranschlagt. Da die Länge einer solchen 8 *m* hohen Thalsperre, womit ein Quantum von ca. 147.200 m^3 Geschiebe zurückgehalten werden kann, nach der mittleren Breite der Thalschlucht 55 *m* beträgt, so waren die Kosten der Thalsperre mit $900 \times 55 = 49.500$ oder rund mit 50.000 fl. veranschlagt.

Ausser dieser Thalsperre war, zwischen Profil 6 und 7 die schon erwähnte kleinere, bloss 4 *m* hohe Thalsperre projectiert.

Der laufende Meter derselben war bei 26 m^3 Fundament-Aushub zu 60 kr. mit 15 fl. 60 kr., bei 41 m^3 Steinschüttung zu 1 fl. 80 kr. mit 73 fl. 80 kr. und 14·8 m^3 Rollschichte zu 16 fl. mit 236 fl. 80 kr., im ganzen mit 327 fl. veranschlagt.

Die mittlere Länge dieser kleinen Thalsperre, womit ca. 48.000 m^3 Geschiebe zurückgehalten werden können, beträgt 40 *m*, daher die Gesammtkosten derselben $327 \times 40 = 25.080$ oder rund 25.000 fl.

Diese Construction und Kostenberechnung wird deshalb so eingehend beschrieben, weil es sehr nahe liegt, dass dieselbe grosse Vortheile sowohl in statischer, als in ökonomischer Beziehung, besonders aber mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Durchbruches einer grösseren Thalsperre, bietet, aus welchem Grunde der Verfasser gelegentlich der später zu besprechenden Revision der Avisio-Sperre auch stets bei allen Projects-Varianten von dieser Grundform ausgieng, in welcher wohl der Schlüssel zur zweckmässigsten Verbauung der Hauptschluchten der grossen Seitenthäler der Etsch gelegen sein dürfte.

Die grössten und reissendsten Ströme werden ja mit vollster Sicherheit mit Wehren versehen, was auch bei den grossen Seitenthälern der Etsch ebenso ausführbar ist, ohne dass es unumgänglich nothwendig wäre, zu den weitaus kostspieligeren grossen Thalsperrenbauten zu greifen, wo dies durch locale Umstände nicht geboten ist.

Allerdings kann es solche Hindernisse geben, wo sich beispielsweise in einer breiten Seitenschlucht nur ganz ausnahmsweise eine kurze Engstelle findet. Hier kann die Anlage einer sehr hohen Thalsperre von kleinster Spannweite weit ökonomischer und auch sicherer sein, als eine ganze Reihe sehr breiter und niedriger Wehren. Ein solches ganz typisches Beispiel zeigt unter anderem die Fersina-Schlucht ober Trient. Diese Umstände werden auch bei der bald acut werden müssenden Frage der Zurückhaltung der Geschiebe des Noce erwogen werden müssen. Diese Frage ist durch die Verlegung des Noce in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts um einige Decennien verschoben, aber keineswegs aufgehoben worden.

Wird einmal das Längenprofil des Noce sich parabelförmig bis zur Etsch vorgebaut haben, wie dies im Längenprofil in Fig. 2, Tafel 29, dargestellt ist, so werden dann auch die Noce-Geschiebe nicht mehr bei Zambana liegen bleiben, wie dies heute der Fall ist und noch vielleicht Decennien lang der Fall sein kann, sondern sie werden auf der vollendeten Rollbahn der Etsch zugeführt werden und das neuregulierte Bett verschütten. Dann wird und kann nichts Anderes übrig bleiben, als an die Verbauung der Noce-Schlucht zu denken, wobei die Erfahrungen, welche am Avisio gemacht worden sind, gewiss grosse Vortheile bringen werden.

Nach dieser kleinen Abschweifung sei es gestattet, wieder auf das Semrad'sche erste Project der Avisio-Regulierung zurückzukommen.

Die Steinvorgründe sollten 2 *m* breit und 1·5 *m* hoch, die Taludpflasterung 60 *cm* dick sein.

Die Gesammtkosten dieses in Fig. 1, Tafel 29, roth eingezeichneten Projectes (I. Project) waren einschliesslich der eben besprochenen Thalsperrenbauten auf 460.000 fl. veranschlagt.

Von diesem bisher beschriebenen Projecte ist aber Semrad abgegangen und beantragte im Jahre 1876 die Ausführung der in Fig. 1, Tafel 29, mit blauer Farbe eingezeichneten Variante (II. Project).

Nach diesem II. Projecte sollte das Avisio-Bett in der Strecke zwischen der Reichsstrassenbrücke in Lavis bis zu der Stelle, wo die trichterförmige Erweiterung der Avisio-Dämme beginnt, also in der Strecke zwischen Profil 10 und 17, lediglich in der Weise durch Ausklauben grosser Bachsteine geräumt werden, dass hiedurch ein möglichst schalenförmiges Gerinne erzielt würde.

Vom Profil 17 abwärts bis zur Einmündung des Avisio in die Etsch sollte weiters für den Avisio ein neues geschlossenes Gerinne mit Doppelprofil hergestellt werden. Dieses Doppelprofil hat für die Strecke vom Profil 17 bis zum Eisenbahn-Viaduct, also bis Profil 25, die in Fig. 8, Tafel 29, und weiter abwärts die in Fig. 9, 10 und 11 dargestellte Form.

Es besteht daher aus einer Mittelwasser-Cunette mit Steinvorgründen, Böschungs- und Sohlenpflasterung und einem Hochwasserprofile mit Steinvorgrund und Taludpflasterung. Die ca. 9 *m* breiten Vorländer sind unter 1 : 22 geneigt.

Die Fassungsfähigkeit dieser Profile war nach der Formel für Ganguillet und Kutter beim Profil 18—25 für den Mitteltheil (in Tafel 29 mit a bezeichnet) mit 540·5 m^3 und für

die beiden Seitentheile (in Tafel 29 mit b bezeichnet) mit 275·6 m^3, daher im ganzen mit 816 m^3 per Sec. berechnet.

Unter dem Eisenbahn-Viaducte „ai Vodi“, dessen Kreuzung in Fig. 7, Tafel 29, dargestellt ist, sollten der linke und rechte Damm analog wie beim I. Projecte mit dem linken und rechten Damm des alten Etsch-Bettes längs des gleichfalls projectierten Etsch-Durchstiches bei „Ischia Wolkenstein“ verbunden werden.

Der dadurch entstehende Separationsdamm zwischen dem Avisio und der Etsch ist in Fig. 10 und 11, Tafel 29, in zwei charakteristischen Querschnitten dargestellt, aus denen auch die Querprofile der Etsch und des Avisio an diesen Stellen zu entnehmen sind.

Zur Fixierung und besseren Befestigung der Sohle des Mittelwassergerinnes wurden von 100 zu 100 *m* segmentförmige Rippen aus Quadern beantragt, zwischen welchen die Sohlenpflasterung platzgreift.

Unmittelbar an der Durchführung des Gerinnes durch den Eisenbahn-Viaduct ist auch die Sohle des Hochwassergerinnes durch Quaderrippen und Pflaster zu schützen gewesen, wie dies in Fig. 7, Tafel 29, dargestellt erscheint.

Die Kosten dieses zweiten, in Fig. 1, Tafel 29, mit blauer Farbe eingezeichneten Projectes, welches dasjenige ist, das dem Gesetze vom Jahre 1879 zugrunde liegt, betragen ausschliesslich der in der früheren Weise projectierten beiden Thalsperren oberhalb Lavis bloss 350.000 fl., also um 110.000 fl. weniger als die Kosten der ersten Variante.

Die Besprechung dieser beiden, wenn auch nicht zur Ausführung gekommenen, so doch höchst interessanten Projecte ist deshalb in so eingehender Weise geschehen, weil es sehr wichtig ist, zu wissen, in welcher Weise die Herstellung eines regelrechten Gerinnes für einen Wildfluss von der Natur des Avisio überhaupt ausführbar ist, und weil es überdies wahrscheinlich ist, dass im Laufe der Jahre, wenn es gelungen sein wird, die Geschiebezufuhr in die Avisio-Strecke unter Lavis dauernd abzuschneiden, in dieser ganzen Strecke, angefangen von der St. Giorgio-Sperre bis zur Etsch, das jetzt vorhandene Gefälle sich als zu gross herausstellen wird. Um daher in Zukunft die tiefe Erosion bei Lavis und die Ablagerung der Geschiebe beim Eisenbahn-Viaducte „ai Vodi“ zu verhindern, wird man doch einmal daran denken müssen, in dieser Strecke ein künstliches Gerinne mit dem entsprechenden flachen Gleichgewichtsgefälle herzustellen, was selbstverständlich nur durch Brechung in eine Reihe von Stufen möglich ist. Diese Maassregel wird dann umso dringender sein, als ja schon im Schuttkegel des Avisio ein so ungeheurer Vorrath an Geschiebe vorhanden ist, dass derselbe, falls er den Hochwässern des Avisio überlassen bliebe, den letzteren für kommende Jahrzehnte überreiche Mittel bieten würde, das Bett der Etsch wieder zu verlegen und die am Einflusse des Avisio bestehenden Uebelstände, wenn auch in etwas verringertem Maasse, fortzuerhalten.

Dann wird man wieder auf diesen Theil des Semrad'schen Projectes zurückkommen müssen, daher es Verfasser für nöthig hielt, dieses Project aus dem Actenstaube, in dem es begraben lag, ans Licht zu ziehen, damit es ja nicht der Vergessenheit anheimfalle.

Semrad setzt hiebei die Anlage von Thalsperren im Inneren des Avisio-Thales voraus, wenn die Unschädlichmachung desselben erzielt werden soll, bemerkt aber hinsichtlich der Anlage von Sperren unmittelbar ober Lavis, dass er, trotzdem solche mit Rücksicht auf die Geschiebeführung von Cembra bis Lavis sehr wünschenswert wären, es dennoch nicht wagen könne, so hohe gemauerte Thalsperren, wie selbe für den Avisio beantragt sind, vorzuschlagen, da keine Beispiele von bedeutenden, mit starken Gefällen versehenen Flüssen bekannt sind, wo man es gewagt hätte, solche Constructionen anzuwenden. Denn wenn auch sehr viele Stellen vorkommen, wo Thalsperren an Felswände fest angelehnt werden könnten, so würden selbe doch meistens die bedeutende Breitenausdehnung von 50 bis 60 *m* erhalten, ihre Gründung müsste auf die im Laufe der Jahrhunderte durch den Fluss gebildeten Schuttablagerungen (die Bachsohle besteht nicht aus Felsen) bewerkstelligt werden und sie würden selbst bei einer geringen Höhe des Ueberfalles, wobei die Wirksamkeit für Zurückhaltung der Geschiebe doch nur von kurzer Dauer wäre, schon sehr schwierig und kostspielig ausfallen.

Wollte man dagegen die Thalsperren in einer solchen Höhe ausführen, um sie für periodische Zurückhaltung einer ansehnlichen Geschiebemenge zu befähigen, so erachtete es Oberbaurath Semrad für beinahe unmöglich, dass ein solches Werk unter den angedeuteten Verhältnissen hinlänglich fest und dauerhaft gegründet und aufgebaut werden könnte, um dem Uebersturze einer so bedeutenden Wassermenge, wie sie dieser Wildbach bei plötzlichen Anschwellungen liefert, lange widerstehen zu können.

Den Antrag endlich, bei der in der Localität St. Giorgio vorgeschlagenen 30 *m* hohen Thalsperre, den gewaltigen, dieser Höhe entsprechenden Uebersturz vom Bauwerke durch einen Einschnitt in dem am linken Ufer vorstehenden Felskopf abzuleiten, erklärt Oberbaurath Semrad zwar für den ersten Augenblick für sehr bestechend, aber doch kaum ausführbar, weil der dort vorkommende Porphyrfelsen nicht compact, sondern in allen Richtungen gespalten sei, so dass eine schnelle Auswaschung des Einschnittes zu befürchten stünde.

Es war für den Verfasser höchst interessant, ja geradezu überraschend, diese Befürchtung Semrad's in den Acten zu finden, denn wie später näher ausgeführt werden wird, ist dieselbe im Jahre 1890, nach fünfjährigem Bestande in der allerbedenklichsten Weise eingetroffen, so dass es allen Scharfsinnes gewandter Ingenieure bedurfte, dieses Object vor dem sicheren Verderben zu retten. Es kann nicht angenommen werden, dass die Warnung Semrad's vergessen worden sei, offenbar wurde sie von den betreffenden bereits im Ruhestande befindlichen Fachmännern lediglich unterschätzt, was mit Rücksicht auf das täuschende Aussehen des Felsens wohl begreiflich ist. Jedenfalls geht daraus die Lehre hervor, bei so wichtigen Objecten auch Fachgeologen zu Rathe zu ziehen, was auch im Jahre 1890 durch die Berufung Herrn Vacek's, Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt, über Antrag des Verfassers geschehen ist.

Auf die Ansichten Semrad's zurückkommend, könnten, da im Winter das Bachbett nur auf eine geringe Breite vom Wasser belegt sei, der übrige Theil aber trocken liege, und Steinmateriale in der Nähe im Ueberflusse vorhanden sei, Sperren am dauerhaftesten durch Herstellung von aus grossen und sorgfältig gebildeten Steinen gebildeten Dämmen hergestellt werden, deren Krone und abwärts liegende Böschungen mit grossen Steinen belegt würden, welche den beständig über sie wegrollenden Geschieben und den Einwirkungen des Wassers widerstehen könnten.

Diese bereits beschriebenen Dämme könnten aus mässigen, binnen wenigen Monaten herzustellenden Höhen bestehen und es wird, da man im allgemeinen voraus nie wissen könne, wie weit eine Sperre aufwärts wirke, und wo die nächste obere eingelegt werden müsse, viel zweckmässiger sein, mit einer niederen oder höchstens mit zwei Sperren zu beginnen, von denen die untere dann als Reserve für den Fall der Zerstörung der oberen dient, diese dann successive zu erhöhen,

sowie die Hinterfällung fortschreitet und erst, wenn die weitere Erhöhung nicht mehr rathsam ist, mit einer neuen Sperre weiter oben zu beginnen. Dann lässt sich auch die nothwendige Entfernung der Sperren viel sicherer bestimmen, weil man direct beobachten könne, unter welchem Gefälle das gröbere aufzuhaltende Geschiebe, auf dessen Rückhaltung es allein ankommt, liegen bleibt und dann entsprechend die Lage der nächsten Sperre wählen könne.

Im Jahre 1879 hatte man sich auf Grund des mit dem Gesetze über die einheitliche Behandlung der Etsch-Regulierung von Meran bis zur Eisack-Mündung und von Gmund bis Sacco genehmigten Regulierungsprojectes endlich für eine Thalsperre von 19 *m* Höhe entschieden und zwar etwas abwärts unterhalb jener Stelle, wo Oberbaurath Kink seine Thalsperre gedacht hatte.

Nachträglich wurde noch eine Grundsperre ungefähr in der Mitte zwischen der Hauptsperre und der Strassenbrücke von Lavis eingeschaltet (Briglia al maso Frank), welche nicht allein in Verbindung mit einer zweiten Grundsperre unmittelbar bei der genannten Strassenbrücke (welche gleichzeitig durch eine eiserne Construction mit einer einzigen Spannweite ersetzt wurde) eine Fixierung der Bachsohle bewirkt, sondern auch als Schwellwehr für eine rechts abzweigende Nutzwasserleitung dient.

Die Thalsperre von St. Giorgio war eines der ersten Werke, welches die Etsch-Regulierung nach dem Gesetze vom Jahre 1879 in Angriff nahm und so wurde die im Jahre 1880 begonnene Sperre im Jahre 1886 beendet.

Ueber die Construction und die Baugeschichte dieser aus Tafel 30 ersichtlichen Thalsperre wird in einem folgenden Capitel die Rede sein.

Was das nächste von der Bauleitung ausgearbeitete Regulierungsproject für den Avisio selbst und zwar von Lavis an abwärts bis zur Etsch anbelangt, wie dasselbe nach dem dem Gesetze vom Jahre 1886 zugrunde liegenden Ergänzungsprojecte ausgeführt werden sollte, so bestand dasselbe in der Anlage von Schutzbauten an beiden Ufern unter- und oberhalb des Eisenbahn-Viaductes und hatte den Zweck, mittelst des beantragten Separationswerkes das Geschiebe des Avisio in das alte Etsch-Bett, entlang dem projectierten Durchstiche Ischia Wolkenstein, zur Ablagerung zu bringen. Es war dies das dritte der bis dahin verfassten Projecte.

In seinem Gutachten vom 23. August 1886 hat sich der eidgenössische Ober-Bau-Inspector Herr Adolf v. Salis entschieden gegen die Ausführung dieses Projectes ausgesprochen.

Da man es nach seiner Ansicht hier wieder mit einer zum Hauptflusse parallelen Ablenkung eines geschiebereichen Zuflusses zu thun habe, so seien dieselben Untersuchungen veranlasst, wie sie schon beim Noce gepflogen worden seien.

Der Avisio werde im alten Etsch-Bette, da er ja mit einem weit grösseren Gefälle ankomme, offenbar nicht das zur Fortbewegung seiner Geschiebe erforderliche Gefälle finden, werde sich daher in demselben erhöhen müssen, welche Erhöhung nach aufwärts fortschreiten werde, woraus offenbar eine mit der Eisenbahn nicht verträgliche Lage des Avisio-Bettes resultieren müsste.

Dies alles gelte jedoch nach Herrn v. Salis nur dann, wenn man mit dem Avisio auch künftig als mit einem sehr geschiebereichen Wasser zu rechnen hätte, welches, um mit seinen Geschieben bis an die neue nach abwärts gerückte Mündung gelangen zu können, ein Gefäll braucht, aus dessen Bildung sich die vorstehenden Consequenzen ergeben.

Allein auf der anderen Seite glaubte Herr v. Salis auch die Frage beantworten zu müssen, welchen Zweck diese Mündungsverlegung unter der Voraussetzung hätte, dass der Charakter des Avisio infolge der schon ausgeführten Sperre und vielleicht noch weiterer ähnlicher Arbeiten als bleibend verändert angesehen werden dürfte.

Herr v. Salis fand, diese Frage sei dahin zu beantworten, dass die fragliche Verlegung in diesem Falle gar keinen Zweck hätte, im Gegentheil zweckwidrig wäre und dies aus dem einfachen Grunde, weil die Wassermenge des von Geschieben befreiten Avisio für die Etsch einen gerade an der jetzigen Mündungsstelle sehr willkommenen Kraftzuwachs bildet, indem die Etsch dadurch mehr befähigt würde, das durch den geschiebereichen Avisio erhöhte Bett wieder zu vertiefen, was im grossen Interesse der Vermehrung des Gefälles nach aufwärts liege.

Herr v. Salis fand daher, dass eine Verlegung der Avisio-Mündung nach abwärts in jedem Falle vermieden werden müsste.

Auch die im October 1886 zur Prüfung des ergänzten Etsch-Regulierungsprojectes zusammengetretene Revisions-Commission sprach sich[1] gegen das genannte Project der Bauleitung aus, weil abgesehen von der voraussichtlichen Hebung des Bachbettes durch die projectiert gewesene Anlage und Richtung der beiderseitigen Uferschutzmauern das Abfluss-Profil des Avisio gerade in seinem wesentlichsten Theile unmittelbar bei der Eisenbahnbrücke um nahezu die Hälfte beschränkt würde und zudem die Pfeiler dieser Brücke eine äusserst ungünstige Richtung gegenüber jener der abfliessenden Gewässer haben,[2] so dass Verhältnisse entstehen müssten, welche von unabsichtbaren Folgen für die Etsch, den Avisio selbst, das Bahnobject und das ganze angrenzende Terrain begleitet sein müssten.

Dagegen beantragten die Commissionsmitglieder die Herstellung von Schutzbauten an beiden Ufern, und zwar vom Ende der bestehenden unterhalb Lavis bis zum Eisenbahn-Viaducte.

Diese Schutzmauern sollen dammförmig mit einer beiderseitigen $1^1/_2$füssigen Böschung, an der Vorderseite mit einem 80 *cm* starken Pflaster und mit einer Kronenbreite von 3 *m*, angelegt werden.

Die beiderseitigen Schutzdämme haben von ihrem Anschlusse an die altbestehenden Schutzmauern unterhalb Lavis die gleiche Höhe mit der bereits bestehenden rechtsseitigen Schutzmauer und gegen den Eisenbahn-Viaduct abfallend eine Höhe von 2 *m* über dem Gewölbanlauf und vom genannten Viaducte aufwärts am linken Ufer auf eine Länge von 150 *m* auch an der Krone und Rückseite eine Pflasterung als Schutz gegen die möglicherweise eintretende Ueberflutung zu erhalten.

Unterhalb des Eisenbahn-Viaductes zwischen demselben und der Etsch soll im Avisio-Bette nach den Anträgen der Revisions-Commission keinerlei bauliche Anlage ausgeführt werden.

Verfasser, welcher im Auftrage des hohen k. k. Ackerbau-Ministeriums im November 1887 eine locale Prüfung des nach den Anträgen der Revisions-Commission umgearbeiteten Projectes vorzunehmen hatte, hat die Frage an Ort und Stelle eingehend studiert und kam zur Ueberzeugung, dass sich eine bessere Lösung als die oben gedachte nicht mehr denken lasse, daher auch diese die h. Genehmigung der betheiligten Ministerien erhielt. Dieses ausgeführte vierte Project ist in Tafel 13 und 14 dargestellt. Die Wirkung ist eine sehr günstige.

Die sonst so gefährdete Rosta Tonnera widerstand während des Hochwassers vom 12. October 1889, welches die Höhe

[1] Protocoll vom 15. October 1886.

[2] Aus diesem Grunde hat auch Herr Apollonio im Jahre 1885 den Anbau von eigenen Leitwerken bei den Pfeilern im Auge gehabt. (Relazione ecc. Ottobre 1885.)

von 5·22 *m* am Pegel bei der St. Lorenzo-Brücke in Trient erreichte, mit Leichtigkeit, so dass der Zukunft in dieser Hinsicht mit Beruhigung entgegengesehen werden kann, wenn es auch noch nothwendig sein sollte, einzelne Stellen derselben zur grösseren Sicherheit zu erhöhen.

60. Capitel.

Die Thalsperre im Avisio bei St. Giorgio oberhalb Lavis.

A. Baubeschreibung.

Diese Thalsperre besteht aus dem die Stauung des Geschiebes bewirkenden, eigentlichen Sperrenbau, welcher sich 19 *m* hoch über die Bachsohle zwischen den Felswänden an beiden Ufern erhebt und das ganze Avisio-Thal bis zur genannten Höhe sperrt und dem am rechten Ufer in den Felsen eingesprengten Entlastungscanal, durch welchen das Avisio-Wasser, ohne in der Regel über die Thalsperrenkrone zu fliessen, in das unterhalb derselben gelegene Bachbett gelangt.

Da sich ober derselben ein ausgebreitetes Becken befindet, so werden hiedurch grosse Geschiebemassen zur Ablagerung gebracht.

Der eigentliche Absperrkörper besteht, wie aus Tafel 30, Fig. 1 bis 3, zu entnehmen ist, aus der Hauptsperre, dem Sturzbett, der Vorsperre, dem Steinvorgrund und der Pfahlwand.

Die Hauptsperre ist eine, nach einem Kreisbogen von $69\frac{1}{2}$ *m* Radius geformte verticale Stützmauer, wobei die Bogensehne an der Krone gegen 80 *m*, am Fundament gegen 50 *m* beträgt.

Der Pfeil des Bogens beträgt an der Krone ca. 12 *m*, also beiläufig den fünften bis sechsten Theil des Radius.

Der Querschnitt der Hauptsperre ist, wie aus Fig. 1, Tafel 30, zu entnehmen ist, oberhalb der Flussohle trapezförmig, bachaufwärts senkrecht, bachabwärts eindrittelfüssig. Die Kronenbreite beträgt 4 *m*, die untere Breite 10 *m*. Die oberste 1 *m* starke Kronenschichte ist sowohl bachauf- als abwärts vertical, also bachabwärts nicht eindrittelfüssig geböscht. Der Fuss der Böschung beträgt demnach den dritten Theil von 18 *m*, das ist 6 *m*. Unter der Bachsohle ist das Fundament der Hauptsperre 8 *m* tief, so dass die ganze Sperrenhöhe von der Fundamentsohle bis zur Sperrenkrone 27 *m* beträgt. Das Fundament der Hauptsperre hat einen rechteckigen Querschnitt von 10 *m* Breite und 8 *m* Höhe.

Unmittelbar an den bachabwärts liegenden Fuss der Hauptsperre schliesst sich concentrisch der Sturzboden in einer Breite von 9·75 *m* und einer Dicke von 3 *m*, und an diesen die Vorsperre in einer Breite von 4 *m* an. Das Fundament der Vorsperre ist $8\frac{1}{2}$ *m* tief und $2\frac{1}{2}$ *m* breit.

Die Krone und Façade der Hauptsperre, sowie die Verkleidung des Sturzbodens und der Vorsperre bestehen aus Quadern von festem Trientiner Marmor, wobei der Rauminhalt der einzelnen Werkstücke ganz ungewöhnlich gross ist und im Mittel 1 m^3 enthält. Das übrige Mauerwerk besteht aus Bruchstein in hydraulischem Mörtel. Der Stein ist der in der Nähe gebrochene rothe Porphyr des Cembra-Thales. Der Mörtel wurde aus einem Theile Kufsteiner Cement und zwei Theilen Sand gebildet.

Die Vorsperre ist gegen Unterspülung noch durch einen 10 *m* breiten, von der Fundamentsohle der Vorsperre beginnenden und sich nach und nach verflachenden Steinvorgrund geschützt, welcher am bachabwärts gelegenen Rande überdies noch aus zwei Reihen dicht anstehenden, mit Zangenhölzern verbundenen und der Quere nach wohl verankerten Pfählen besteht. Die beiden Pfahlreihen sind 3 *m* von einander entfernt. Die Oberfläche des Steinvorgrundes ist mit äusserst volumreichen Steinen ausgepflastert und fünffüssig geböscht.

Um die Sicherheit der Sperre noch zu vergrössern, wurde in der Mitte zwischen derselben und der Strassenbrücke von Lavis in der Localität „al maso Frank“ eine Grundsperre angelegt, deren Situation aus Tafel 14 zu entnehmen ist.

Der Querschnitt dieser Grundschwelle (briglia) ist in Fig. 4 auf Tafel 30 dargestellt. Dieselbe besteht aus einem an der Oberfläche wellenförmig gekrönten, mit Quadern gepflasterten, 8 *m* breiten und 6 *m* tiefen Schwellenkörper, welchem zur Sicherung gegen Unterwaschung ein ca. 7 *m* breiter und 5 *m* tiefer Vorgrund aus grossen an der Oberfläche pflasterartig abgeglichenen Steinblöcken vorgelegt ist.

Dieser Grundschweller dient, wie schon erwähnt wurde, sowohl zur Fixierung der Bachsohle als auch als Schwellwehr für die rechts von demselben abzweigende Nutzwasserleitung.

In der Hauptsperre sind zwei Reihen zu je fünf Durchlässen, welche zu dem Zwecke projectiert worden sind, die Sperre gegen die schädliche Einwirkung durchsickernder Wässer zu sichern und überdies auch den Abfluss des leichten Sandes durch eigens construierte Absperrgitter zu ermöglichen, wodurch die Conglomeratbildung des hinterfüllten Geschiebes erleichtert wird. Anderseits dienten diese Durchlässe, wie dies schon bei anderen Sperren erklärt wurde, zur Ableitung des Avisio-Wassers während des Baues der Sperre. Es wurde jedoch bei einigen Durchlässen der Avisio-Sperre die Wahrnehmung gemacht, dass sie sich mit der Zeit von selbst vertragen und dass daher ihre mit Schwierigkeiten verbundene Schliessung vorläufig nicht erforderlich ist.

Von grosser Wichtigkeit für die Sperre ist der seitliche Abflusscanal, auch Entlastungscanal genannt, weil die auf Schottergrund fundierte Sperre den Ueberstürz des ganzen Avisio-Wassers, welches bei dem grössten Stande bis zu 1200 m^3 per Secunde beträgt, nicht auszuhalten imstande wäre, vielmehr müsste das Vorpflaster der sicheren Zerstörung anheimfallen, daher mindestens soviel Wasser seitlich abgeleitet werden müsste, dass das über die Sperrenkrone abfliessende restliche Wasser den Sturzboden nicht beschädigen könne. Die Sohle dieses Ableitungscanales ist $5\frac{1}{2}$ *m* tiefer als die Krone der Sperre, hat eine Breite von 24 *m* und ein mittleres Gefälle von 7%. Die Einmündung des Canales ist unmittelbar oberhalb dem rechten Widerlager der Sperre und die Ausmündung etwa 20 *m* unterhalb derselben. Da ein Felsenkörper von ca. 4 *m* Stärke zur Aufnahme des Widerlagers der Sperre stehen gelassen wurde, kommt das Wasser in gar keine Berührung mit der Sperre, sondern fliesst in der Regel zwischen den Felsen ab.

Der Seitencanal ist bei einem Wasserstande von 19 *m* oberhalb der Sperre, also wenn das Wasser die Höhe der Sperrenkrone erreicht, imstande etwa 500 m^3 Wasser per Secunde abzuführen, so dass im allgemeinen kein Ueberstürz über der Sperre stattfindet. Bei ausserordentlichen Hochwässern strömt das Wasser 1 *m* hoch über der Sperrenkrone und es passieren dann 700 m^3 per Secunde durch den Umlaufcanal und 150 bis 200 m^3 über die Sperre.

Nachdem die Sohle des Entlastungscanals $5\frac{1}{2}$ *m* unter der Sperrenkrone liegt, so wirkt die Sperre nur mit einer Höhe von ca. 14 *m* zur Geschiebehaltung.

Das so gebildete bereits seit drei Jahren ausgefüllte Sammelbecken erstreckt sich bei dem mittleren Bachgefälle im Sperrenbereiche von 14—15% auf 2 *km* Länge und fasst 1·5 bis 2 Millionen m^3 Geschiebe.

Der bei Hochwässern sich anstauende See reicht noch ca. 1 *km* weiter thalaufwärts und bewirkt derselbe durch das beruhigte Wasser, beziehungsweise das verkleinerte Gefälle

bedeutende Sandablagerungen in dem Raume, der durch die Ueberhöhe der Sperrenkrone von 5 *m* sich ergibt.[1]

Die Gesammtkosten der Sperre betrugen 355.000 fl. und jene für die Grundsperre beim Maso Frank 44.200 fl.

B. Die Festigkeits-Construction der Avisio-Sperre bei St. Giorgio.

Es soll hier auf eine allgemeine Theorie über die Festigkeit der Thalsperren, über welche eine wertvolle Literatur vorhanden ist,[2] nicht eingegangen, sondern lediglich entwickelt werden, ob und inwieweit diese Thalsperre den allgemeinen Grundsätzen für die Stabilität der Thalsperren entspricht.

Bei Beurtheilung der Stabilität von Thalsperren, welche sehr kurze Bögen mit grosser Pfeilhöhe bilden, kommt, wie wir dies bei der Madruzza-Sperre bereits angewendet haben, hauptsächlich nur die Bogenform in Betracht und es wird eine derartige Thalsperre stets als ein stehendes Gewölbe, niemals als eine Stützmauer gerechnet, weil die Function einer derartigen Thalspere einfach nicht die einer Stützmauer ist. Den unwiderleglichsten Beweis hiefür bietet die Thalsperre von Pont' alto, welche bei einer Höhe von 40 *m* eine durchschnittliche Stärke von nur 4 *m* hat und die sich noch weitere Jahrhunderte recht gut halten könnte, wenn nicht wegen der Verwitterung der in Felsen eingearbeiteten Kämpfer zu einer Verstärkung derselben zu schreiten für gut befunden wäre. Hätte man schon bei Anlage dieser Sperre das über dieselbe strömende Wasser des Fersina-Baches in so geschickter Weise von den Kämpfern abgeleitet, wie dies Herr Ingenieur de Pretis bei der Mudrazza-Sperre gethan hat, so wäre zweifellos auch die genannte Verstärkung nicht nothwendig gewesen.

Diese Ableitung des Wassers von den Kämpfern und damit die Hintanhaltung einer abnorm rasch vorwärts schreitenden Verwitterung der Kämpfer wird aber auch durch einen in Fels eingesprengten Entlastungscanal bewirkt, wenn dieser genügend gross gemacht wird.

Im Gegenfalle, wenn die Kämpfer des Thalsperren-Bogens als stehenden Gewölbes nicht genügend gesichert wären, wäre es allerdings sicherer von der Bogenwirkung ganz abzusehen und jede Thalsperre als Stützmauer zu construieren, beziehungsweise ihr die nach der Theorie der Stützmauern sich ergebenden Dimensionen zu ertheilen.

Bei der Avisio-Sperre ist dies jedoch nicht der Fall; die seitlichen Widerlager sind nach den Berichten der betreffenden Ingenieure, die selbstverständlich auch dafür einstehen müssen, als genügend fest angenommen worden und das Avisio-Wasser wird in der Regel seitlich abgeleitet und überschreitet nur ausnahmsweise bei ausserordentlichen Elementar-Ereignissen durch eine ganz kurze Zeit die Sperrenkrone, beziehungsweise benetzt die felsigen Widerlager im allgemeinen gar nicht. Es wäre also dieses Hindernis, die Avisio-Sperre als einfachen stehenden Bogen zu behandeln und darnach die Dimensionen zu wählen, allerdings nicht vorhanden.

Die Berechnung der ganz engen, als Gewölbebögen zu betrachtenden Thalsperren ist eine sehr einfache.

[1] Mittheilung des Herrn k. k. Oberbaurathes Ritt. Die übrigen Daten sind dem mir zur Verfügung gestellten Projecte, theils dem Artikel des Bauleiters Ingenieurs Hüny (Danubius 1886) entnommen.

[2] Krantz: Etude sur les murs des reservoirs.

Delocre: Sur la forme du profil à adopter pour les grandes barrages en maçonnerie des réservoirs (Ann. des ponts et chaussées 1866, Sem. II).

M. Graeff: Sur la forme et le mode de construction du barrage du Graeffre d'enfer, sur le Furens, et les grandes barrages en général (Ann. ponts et chaussées 1866).

Jutze: Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Kaimauern, Stützmauern, Thalsperren etc. (Deutsche Bauz. 1885.)

Karlacher: Reservoir in Komotau. (Technische Blätter 1875.)

Bezeichnet nämlich:

s = die zulässige Inanspruchnahme des Mauerwerkes,
N = den Wasserdruck im Grunde, also an der am meisten beanspruchten Stelle,
K = den normalen Kämpferdruck des Gewölbes,
r = den mittleren Radius des Gewölbes,
d = die Dicke des Gewölbes, die durchgehends gleich ist,

so ist

$$K = r \cdot N$$

$$\text{und } d = \frac{K}{s}.$$

Diese Dimension ist selbstverständlich ein Minimum, welches aus mannigfachen localen Rücksichten unter Umständen bedeutend vergrössert werden muss.

Einen ausgesprochenen Gegensatz zu diesen engen, zumeist sehr hohen Sperren bilden die grossen Reservoirabschlussmauern, welche ebenfalls nach einem flachen Kreisbogen ausgeführt sind und ihre convexe Seite der Strömung des durch sie aufzustauenden Gewässers zukehren.

Die Halbmesser solcher Thalsperren sind oft flacher als Eisenbahncurven; so erreicht zum Beispiel der Radius beim Reservoir von Gileppe[1] 500 *m*.

Bei so grossen Spannweiten kann nun aber offenbar von einer Gewölbewirkung, obwohl sie zumeist in der Hoffnung beabsichtigt wird, dass durch die auftretenden Normalpressungen die in den Stossfugen etwa vorhandenen Risse geschlossen werden könnten, nicht wohl die Rede sein, da einerseits die an der Basis der Mauern auftretende Reibung die Durchbiegung in den unteren Horizonten der Mauer auf ein praktisch nicht in Frage kommendes Maass vermindert und anderseits die der Durchbiegung in den oberen Horizonten entsprechende Zusammendrückung in der Mittellinie des Bogens im Vergleiche zu seiner Länge eine so geringe ist, dass die hiedurch im Bogen erzeugten Normalspannungen nur minimale sein können.[2] Es kann daher in solchen Fällen die Bogenwirkung jedenfalls vernachlässigt und muss eine derartige lange Thalsperre gewiss nur als Stützmauer betrachtet werden.

Zwischen diesen beiden Extremen liegen nun eine Menge Mittelfälle, für welche die Rechnung als Gewölbe jedenfalls zu kleine, eine solche als reine Stützmauer aber schon zu grosse Dimensionen liefern wird; und in der That kann ja auch gar nicht angenommen werden, dass die Gewölbewirkung, welche bei einer Thalsperre von beispielsweise 10 *m* Spannweite, mit vollster Berechtigung noch voll in Rechnung gezogen werden kann, bei einer solchen von 11 *m* Spannweite schon ganz vernachlässigt werden müsste, vielmehr muss angenommen werden, dass die Gewölbewirkung der Thalsperren mit den zunehmenden Spannweiten langsam und stetig abnimmt und in demselben Verhältnisse auch die Nothwendigkeit wächst von dieser Wirkung immer weniger und weniger zu erwarten und schliesslich bei grösseren Spannweiten ganz abzusehen.

Wann diese Grenze erreicht wird ist wohl eine Sache der Praxis und wird auch von mannigfachen Umständen, insbesondere von der Höhe der Thalsperre, ihrem Profil, dem Baumateriale, der Sorgfalt der Ausführung u. s. w. abhängig sein.

Bei der Thalsperre von St. Giorgio, welche keineswegs eine überaus grosse Spannweite und Höhe hat,[3] kann mit Beruhigung angenommen werden, dass mindestens die 2 *m*

[1] Crugnola: Le barrage de Gileppe près Verviers (Belgique). Génie Civil 1883.

[2] E. Häseler: Construction der Stütz- und Futtermauern.

[3] Die Höhe ist 17 *m*, während beispielsweise die Thalsperrenmauer von Furens 50 *m* Höhe hat.

dicke Quaderverkleidung der Sperre, welche aus Quadern von durchschnittlich über 1 m^3 Raum-Inhalt besteht, die in denkbarst solider Weise abgearbeitet und in hydraulischem Kalkmörtel gelegt sind, als Gewölbebogen von 2 *m* Dicke wirkt, so dass die Belastung, welche dieser Bogen bei zulässiger Inanspruchnahme des Materiales auszuhalten vermag, von jener Belastung abgezogen werden kann, welche der Ermittlung der Stützmauerdimension zu Grunde gelegt wird.

Hiebei wird von der Gewölbewirkung des übrigen im ganzen durchschnittlich 6 *m* starken Sperrenmauerwerkes abgesehen, obwohl es klar ist, dass auch dieses durchgehends aus grössten Steinblöcken in solidester Weise in hydraulischen Mörtel gelegte Bruchsteinmauerwerk eine bedeutende Bogenwirkung ausübt, welche der Stabilität des Objectes zugute kommt.

Eine weitere Frage ist die, ob die Thalsperre auf eine Belastung durch Wasserdruck oder auf eine solche durch Geschiebedruck construirt werden soll. Offenbar erhält man bei Annahme von Wasserdruck weit grössere Dimensionen, als bei derjenigen von Geschiebedruck.

Bei Thalsperren an wenig geschiebeführenden Gewässern wird die fertige Thalsperre sofort nach Schliessung der Durchlässe durch den erzeugten Aufstau einen See bilden, daher sie, bevor die Hinterfüllung der Geschiebe im Laufe der Zeit vor sich gegangen sein wird, jedenfalls nur auf Wasserdruck beansprucht und darnach dimensioniert werden muss.

Bei kleinen Thalsperren in Gewässern mit grosser Geschiebeführung, zum Beispiel in Südtirol, ist dies aber niemals der Fall. Schon beim Bau und dem schichtenweisen Emporsteigen der Thalsperre über die Bachsohle im Unterlauf pflegt auch die Hinterfüllung successive oder genauer gesagt, ruckweise bei den grösseren Regengüssen mitzuwachsen, so dass strenge genommen immer nur ein Geschiebedruck stattfindet.

Auch die Thalsperre von St. Giorgio ist, wie aus Fig. 1, Tafel 30, zu entnehmen ist, fast bis zur Krone schon hinterfüllt, was grösstentheils während des Baues vor sich gieng. Auch hier ist also eigentlich mit dem Geschiebedruck zu rechnen.

Wird daher trotzdem die Dimension für Wasserdruck gerechnet, so ergibt sich daraus in der Praxis eine noch grössere Sicherheit für das Bau-Object, welche mit Rücksicht auf andere, an Wildbächen vorkommende Verhältnisse, die in den zur Berechnung angewendeten Formeln und Methoden nicht zum Ausdruck gelangen, nur von Vortheil sein kann.

Auf Tafel 32, Fig. 1 und 2, erscheint nun vorerst die Construction der Stützlinie für ein 2 *m* breites Gewölbeband, nämlich für die 2 *m* breite Quaderverkleidung, durchgeführt, welches Gewölbeband sich gerade über dem Fundamente befindet, daher im ungünstigsten Fall nämlich den grössten Druck auszuhalten hat, welcher hier der grösseren Sicherheit halber als Wasserdruck angenommen wird. Diese erste Quaderschichte ist 1 *m* hoch, daher der Mittelpunkt des Wasserdruckes auf diesen Gewölbering, mit Rücksicht darauf, dass die Sperre 19 *m* hoch ist, 18·5 *m* unter der Sperrenkrone liegt. Wird angenommen, dass die Sperre bis zur Krone mit Wasser angefüllt ist, welcher ungünstige Fall übrigens fast nie eintreten kann, so hat der genannte Gewölbring den Druck einer Wassersäule von 18·5 *m* auszuhalten, daher ein Druck von 18·5 Tons per Quadratmeter, und da der Ring 1·0 *m* hoch ist, auch per Currentmeter desselben entfällt, da das specifische Gewicht des Wassers $\gamma = 1$ ist. Das specifische Gewicht des Mauerwerkes $q = 2{\cdot}5$, woraus sich der Wasserdruck per laufenden Meter des in Rede stehenden Gewölberinges auf Gewölbsteinmateriale reduciert mit $y = \frac{\gamma}{q} h = \frac{1{\cdot}0}{2{\cdot}5} . 18{\cdot}5 = 7{\cdot}4$ *m* ergibt.

Fig. 1 auf Tafel 32 stellt in ABCD die 24·4 *m* lange Hälfte des Gewölbringes dar; BH = 7·4 *m* ist die auf Gewölbsteinmateriale reducierte Belastungshöhe durch den Wasserdruck und die Fläche GHIK stellt die gesammte Druckfläche dar.

In Fig. 5, Tafel 32, ist die Thalsperre im Querschnitt gezeichnet. Der Wasserdruck im Punkte a ist gleich Null, im Punkte b ist derselbe

$$h \frac{\gamma}{q} = \frac{1{\cdot}9}{2{\cdot}5} = 7{\cdot}6.$$

Wird daher bc = 7·6 gemacht, so stellt das Dreieck abc den gesammten auf die Thalsperre wirkenden Wasserdruck dar.

Wir wollen nun untersuchen, welcher Theil dieses Druck-Dreiecks auf Rechnung des 2 *m* starken Gewölbebogens gesetzt werden kann, ohne dass dieser übermässig in Anspruch genommen werde.

Nehmen wir probeweise an, es wirke bloss eine auf Gewölbsteinmateriale reducierte Druckfläche ABGH (Fig. 1, Tafel 32) auf das Gewölbe, so ist die Druckhöhe dieses Wasserdruckes im Gewölbscheitel = BH = 1·5 *m*. Der entsprechende Wasserdruck selbst beträgt per laufenden Meter des Gewölbringes 1·5 . 2·5 = 3·75 Tons, folglich für den halben Bogen des Gewölbringes 3·75 . 24·4 = 91·5 Tons, der Horizontalschub H = R . z, wobei R der mittlere Radius des Bogens und z die Belastungshöhe im Scheitel ist. Hieraus ergibt sich H = 200·6 Tons.

Wird mit diesem Horizontalschube und der Belastung von 3·75 Tons per laufenden Meter des Gewölbebogens das Kräftepolygon Fig. 2, Tafel 32, construiert, so ergibt sich als Resultierende aller Druckkräfte im Kämpfer des Gewölbebogens R = 203·4 Tons, woraus, nachdem die Auflagerfläche des 2 *m* breiten und 1·0 *m* hohen Ringes F = 2 *m* ist, die Inanspruchnahme des Gewölbsteinmateriales sich mit s = 10·17 *kg* per Quadrat-Centimeter ergibt.

Nachdem die Bruchbelastung des Baumateriales, nämlich des Trientiner Marmors, 300 *kg* per Quadrat-Centimeter beträgt, so ist somit eine 30-fache, als mehr als genügende Sicherheit gegen Druck vorhanden.

Wird mit Zuhilfenahme des Kraftpolygons Fig. 2, Tafel 32, in Fig. 1 die Drucklinie LM construiert, wobei dieselbe im Scheitel durch das obere Drittel der Gewölbefuge durchgeht, so dass BL = 2 . CL, so bleibt auch, wie Fig. 1 zeigt, diese Drucklinie im mittleren Drittel, daher sich der Druck auf die ganzen Fugenflächen vertheilt und nur Pressungen und keine Spannungen, denen das Bindemittel nicht gewachsen wäre, vorkommen werden.

Es kann daher dieser Theil des Wasserdruckes dem Gewölbebogen mit Beruhigung anvertraut werden.

Wird daher unmittelbar über dem Fundamente, Fig. 5, von dem in der Fuge bl wirkenden Wasserdruck bc = 7·6 der Theil ec = 1·5 auf den Gewölbebogen gerechnet, so bleibt bei der Dimensionierung der Futtermauer in dieser Fuge bloss der Druck bc = 7·6 — 1·5 = 6·1 zu berücksichtigen.

In Fig. 3 und 4 ist dieselbe Untersuchung für eine Quaderschichte durchgeführt, welche zwischen 3 und 4 *m* unterhalb der Sperrenkrone liegt; der Mittelpunkt des Wasserdruckes liegt daher 3·5 *m* unter der Krone. Der Wasserdruck per laufenden Meter dieses Gewölbringes beträgt 3·5 Tons, die auf Gewölbsteinmateriale reducierte Druckhöhe

$$y = \frac{\gamma}{q} . h = \frac{1{\cdot}0}{2{\cdot}5} . 3{\cdot}5 = 1{\cdot}4\,m.$$

In Fig. 3 ist ARST der halbe Gewölbebogen dieser Schichte, RW = 1·4 *m* die Druckhöhe.

Der Wasserdruck auf den halben Bogen beträgt

1·4 . 2·5 . 40·5 = 121·75 Tons,

der Horizontalschub H = 191·5 Tons.

Wird mit diesem Horizontalschub das Kräftepolygon Fig. 4 und die Druckcurve $\alpha\beta$ in Fig. 3 construiert, so ergibt sich, dass letztere im mittleren Drittel verbleibt, während die Resultierende im Auflager $R = 193{\cdot}5$ Tons und die Inanspruchnahme des Gewölbsteinmateriales

$$s = \frac{R}{F} = \frac{193{\cdot}5^t}{2} = 9{\cdot}7\,kg$$

per Quadrat-Centimeter, also weniger als ein Dreissigstel der Bruchbelastung beträgt.

Wird daher in Fig. 5 der Punkt d mit e verbunden, so ergibt das Trapez aced denjenigen Theil der Druckfläche abc, welcher mit Beruhigung der Gewölbewirkung der 2 *m* starken Quaderverkleidung anvertraut werden kann, während bei der Dimensionierung der Thalsperre nach den für die Berechnung von Stützmauern geltenden Regeln lediglich die restliche Druckfläche bed (Fig. 5) berücksichtigt zu werden braucht.

Wird nun der Querschnitt der Futtermauer abkl (Fig. 5) in fünf horizontale Lamellen getheilt, von denen die oberste 6 *m*, die unterste 4 *m*, die anderen aber je 3 *m* hoch sind, und werden die Gewichte dieser Lamellen Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 und Q_5 mit den auf dieselben in der Mitte wirkenden Wasserdrücken F_1, F_2, F_3, F_4 und F_5 in Fig. 6 zu einem Kraft-Polygone vereinigt und mit Hilfe desselben in Fig. 5 die Drucklinie mn construiert, so ergibt sich, dass diese allen durch die Stabilitätsgesetze gegebenen Bedingungen entspricht, indem sie:

1. im Centralkerne, das ist im inneren Drittel der Lagerfugen verbleibt, indem

2. die Pressung des Steinmateriales, mit Rücksicht, dass sich die Resultierende an der Basis mit 346 Tons ergibt, bloss 3·5 *kg* per Quadrat-Centimeter beträgt, und indem

3. der Winkel, den die Resultierende des Druckes mit der Normalen zur Lagerfuge einschliesst (ca. 15°), die zulässige Grenze nicht überschreitet.

Schliesslich kann der Vollständigkeit wegen nicht unerwähnt gelassen werden, dass, wenn man von der Gewölbwirkung absehen würde, wie dies in Fig. 7 und 8 auf Tafel 32 geschehen ist, allerdings die Drucklinie um ein Weniges aus dem mittleren Drittel heraustreten würde; dass diese Annahme jedoch nicht zulässig ist, wurde bereits erwähnt.

In der Praxis gestalten sich übrigens, wie schon erwähnt wurde, die Bedingungen weitaus günstiger, weil nicht der Wasserdruck, sondern der weitaus geringere Geschiebedruck in Action tritt und weil auch der compacte Sperrenkörper und nicht nur die 2 *m* breite Quaderverkleidung als Gewölbe betrachtet werden kann.

Die Sicherheit gegen Gleiten wird ausserdem noch durch das Sturzbett, die Vorsperre, den Vorgrund und die Pfahlwand ausserordentlich erhöht.

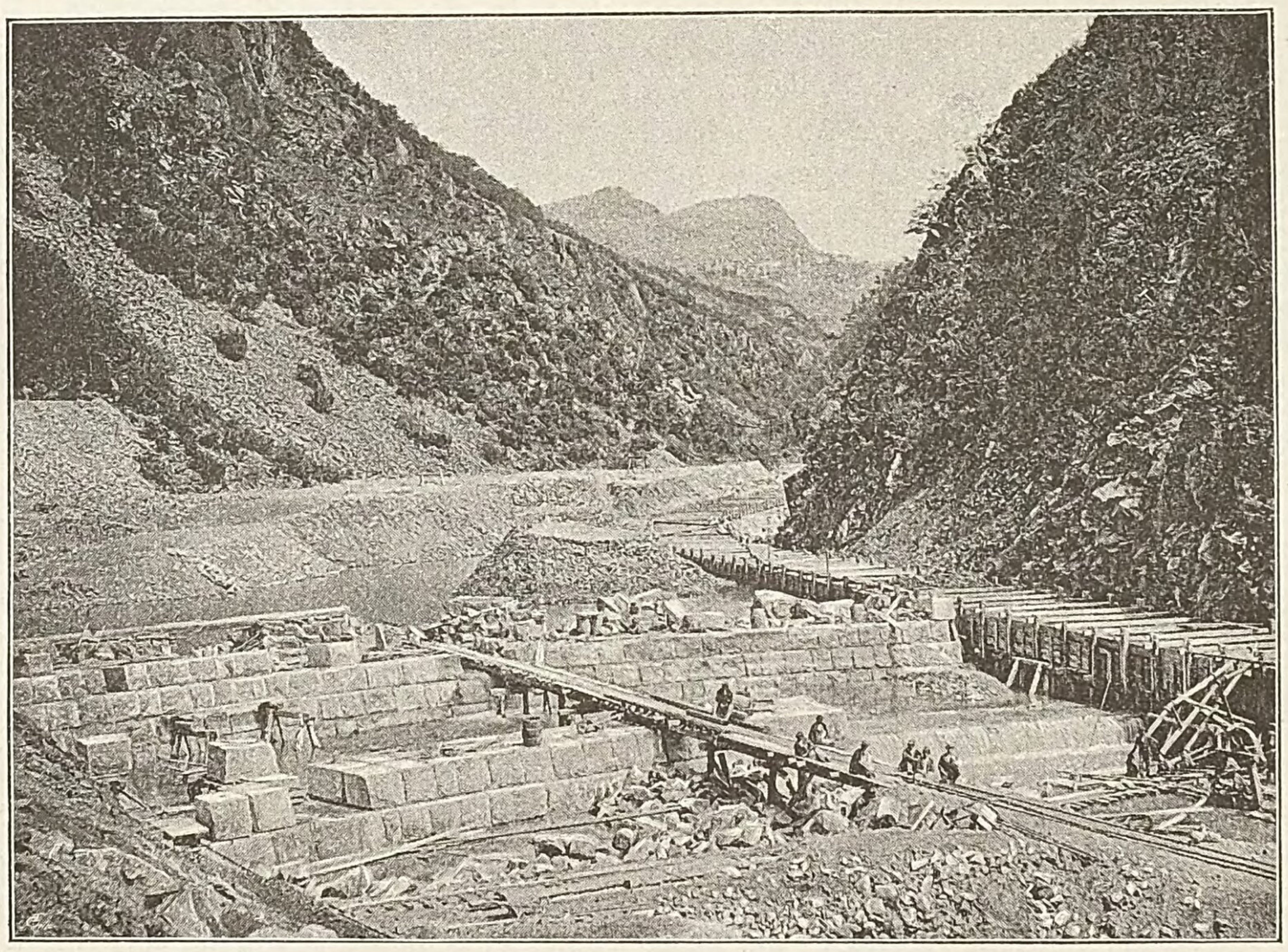
Unter diesen Verhältnissen muss man zum Schlusse gelangen, dass namentlich mit Rücksicht auf die solide und gewissenhafte Ausführung, welche der erfahrene und tüchtige Bauleiter Herr Sections-Ingenieur Hüny der Thalsperre zutheil werden liess, wovon sich Verfasser an Ort und Stelle sehr häufig zu überzeugen Gelegenheit hatte, die Dimensionierung dieser grossartigen Thalsperre wohl als eine genügende angesehen werden kann.

C. Die Bau-Ausführung der Thalsperre von St. Giorgio.

a) Bau-Inangriffnahme und Wahl der Bauzeit.

Die erste eigentliche Bau-Arbeit war der Felseinschnitt für den seitlichen Entlastungscanal, indem es natürlich erschien, diese bedeutenden Sprengarbeiten, sowohl wegen der damit verbundenen Erschütterungen, Unordnungen und Gefährdungen der Arbeiter, als auch mit Rücksicht auf das, aus diesen Sprengungen zu gewinnende und beim Mauerwerke zu verwendende Steinmateriale, vor der Inangriffnahme des eigentlichen Sperrenkörpers zu bewirken.

Fig. 41.



Die Avisio-Thalsperre bei Lavis, Baustand im Jahre 1882.

Diese Arbeit begann sofort nach Inslebentreten der Etsch-Regulierungsgesetze vom Jahre 1879, nämlich bereits im Jahre 1880, während die Vorbereitungen zum Baue der Sperre selbst erst im Herbste des darauffolgenden Jahres in Angriff genommen wurden.

Was die Wahl der Bauzeit und die darauf gegründete Eintheilung der Bauperioden anbelangt, so musste der Bau beim Beginne des niedersten Wasserstandes sofort in Angriff genommen und mit aller Energie derart gefördert werden, dass mindestens die Fundierung des Baues beim Eintritte höherer Wässer, beziehungsweise beim Eintritt jener Periode, in welcher selbst die höchsten Hochwässer eintreten können, soweit als dies bei einem solchen Baue überhaupt möglich ist, gesichert werde. Als ein solcher Moment relativer Sicherheit konnte wohl jenes Baustadium angesehen werden, in welchem das Fundament der Vorsperre, sowie jenes der Hauptsperre, ferners der Sturzboden bis zur Höhe des Niederwassers beendet sein würden, denn wenn auch dann bei eintretendem Hochwasser Schäden nicht vermieden werden konnten, so liess sich doch erwarten, dass diese nicht von grosser Bedeutung sein würden.

Der Zeitraum, innerhalb dessen die Fundierung beendet werden musste, war aber ein sehr kurzer, denn die Zeit der Niederwässer im Avisio bei Lavis dauert nur vom December

bis Ende März, während welcher Periode allerdings der Wasserstand ziemlich constant und auch so niedrig ist, dass ein Minimalzufluss von 5 m^3 per Secunde beobachtet werden konnte.

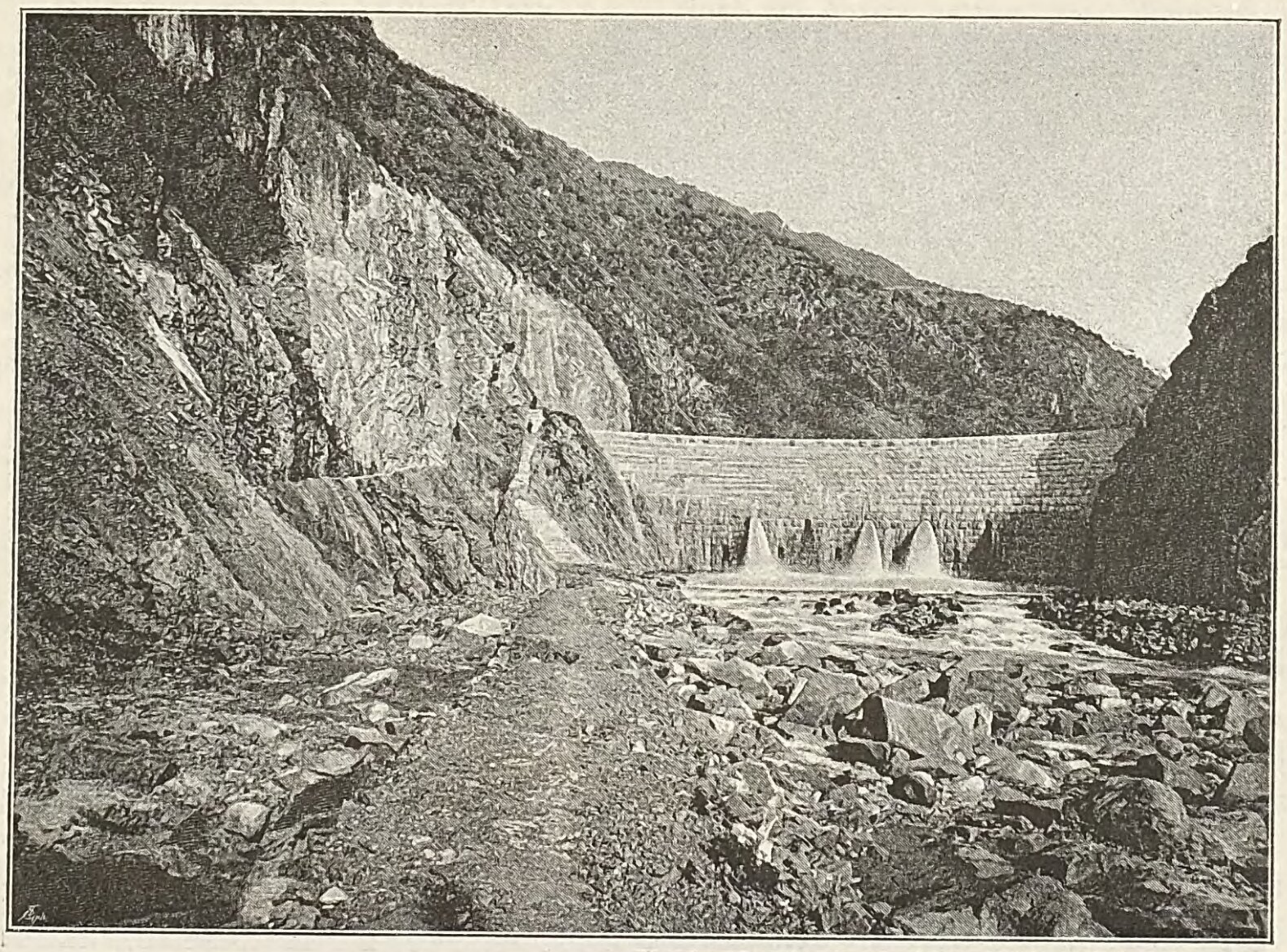
In diesen vier Monaten, vom Anfang December 1881 bis Ende März 1882, musste die Fundierung beendet sein, zu welchem Zwecke schon wegen der Pumpenarbeit in Aussicht genommen werden musste, Tag und Nacht ununterbrochen mit Aufwand aller technisch anwendbarer Mittel die Arbeit energisch zu fördern. Die Fortsetzung der weiteren Sperrenmauerung sollte in dem darauf folgenden Winter 1882 auf 1883 erfolgen.

b) Die Fundierung der Thalsperre.

Die erste Arbeit war die Herstellung eines bequemen Weges von der Ortschaft Lavis durch die Schlucht des Avisio zu der 1 *km* entfernten Baustelle. Neben diesem wurde eine Rollbahn für den Transport des Baumateriales, darunter insbesondere der Marmor-Steinquadern hergestellt.

Um die Fundamentgrabung überhaupt ausführen zu können, war es sodann nothwendig, den Wildbach über die Baustelle in einem wasserdichten Canale hinüberzuleiten und die Filter- und Grundwässer aus der Baugrube durch Pumpen zu entfernen, um die Mauerung im Trockenen ausführen zu können.

Fig. 42.



Die Avisio-Sperre im Jahre 1886 im vollendeten Zustande vor dem Absturz des Felskopfes an der rechten Sperrenflanke.

Zu diesem Zwecke wurde der Avisio in ein hölzernes Gerinne eingeleitet, dessen Länge ca. 200 *m* betrug. Die Situation, der Grundriss, Quer- und Längenschnitte dieses Canales an verschiedenen Baustellen und in verschiedenen Stadien der Ausführung sind aus Tafel 31 zu entnehmen. Der Querschnitt des Canales besass 6 *m* lichte Weite und 1·5 *m* Höhe, sein Gefälle war 0·008 *m*. Er bestand aus hölzernen Rippen (Docken), welche dem aus Bohlen zusammengesetzten rechteckigen Canal als Stütze dienten. Die Fugen der Bohlen waren genau angearbeitet und, um möglichst wenig Wasser zu verlieren, mit Werg sorgfältig ausgestopft und mit Pech verstrichen. An einzelnen schwierigen Punkten, beispielsweise den Uebersetzungen der Baugrube, mussten für den Canal eigene hölzerne Tragconstructionen, zuweilen auch auf gemauerten Pfeilern ruhend, hergestellt werden, wie dies aus Tafel 31 ersichtlich ist.

Je nach dem Fortschritt der Aushubs- und Mauerwerks-Arbeit wurden die genannten Tragconstructionen geändert und durch anderweitige Stützen ersetzt, um den jeweilig für die Mauerung erforderlichen Raum freizustellen.

Die Herstellung des Canales geschah im Regiewege.

Das Gefälle des Avisio-Baches längs des 200 *m* langen Canales betrug $1^1/_2$%, und da der Holzcanal bloss ein solches von 0·8% betrug, so konnte hiedurch unterhalb der Vorsperre ein nutzbares Wassergefälle von 1·4 *m* gewonnen werden.

Dieses Gefälle wurde zur Anlage eines Wasserrades verwendet, welches sechs Centrifugalpumpen von je 1200 *l* pro Minute Leistungsfähigkeit in Gang setzte und dadurch die Trockenhaltung der Baugruben ermöglichte.

Das nach dem Poncelet'schen Systeme hergestellte Rad hatte einen Nutzeffect von 40 Pferdekräften.

Die allgemeine Situation dieser Wasserkraftanlage ist aus Fig. 8, Tafel 31, zu entnehmen. Unterhalb der Sperre besitzt der Ableitungscanal ein durch eine bewegliche Schütze und eine bewegliche Coulisse regulierbares Umlaufgerinne, in dessen Mitte durch ein Kropfgerinne, ober welchem sich das Poncelet- Rad befindet, das Gefälle ausgenützt wird. Das Unterwasser aus der Radstube fliesst in den Avisio-Ableitungscanal wieder zurück.

An der Welle des Poncelet-Rades befindet sich ein Transmissionsrad, welches die Kraft des Rades mit einem Riemen auf eine bachaufwärts unter dem Ableitungscanal gelegene Welle überträgt, von der aus drei Gruppen zu je zwei Centrifugalpumpen in Gang gesetzt werden. Die Detail-Disposition ist aus Tafel 31, Fig. 8, zu ersehen.

Die Herstellung dieser maschinellen Anlage und des Wasserschöpfens wurde auf Grund des Offertes des Mechanikers Angelo Menestrina in Trient vom 15. September 1881 mittelst Vertrag vom 12. October 1881 dem genannten Mechaniker vergeben.

Hiernach übernahm der Offerent die vollständige Ausführung des Wasserrades, sowie des ganzen Mechanismus sammt Zugehör und den nöthigen Wasserschöpf-Vorrichtungen, sowie die Besorgung des Ausschöpfens des Wassers aus der Fundamentgrube der Thalsperre sammt der Vorsperre und dem dazwischen liegenden Grundmauerwerk für das Sturzbett mit Benützung der Wasserkraft von dem auf Kosten des Etsch-Regulierungsfondes hergestellten provisorischen Wasserableitungs-Canale um den angebotenen Preis von 4950 fl. (Statthalterei-Erlass vom 21. Sept. 1881, Nr. 16.397.)

Aus dem Vertrage mit Menestrina verdient noch hervorgehoben zu werden, dass letzterer nach der Uebergabe der Arbeit am 2. October 1881 sich verpflichtete, den ganzen Mechanismus bis zum 15. November 1881 derart herzustellen, dass er sofort in Action treten könne, und sodann so lange im besten Gang zu erhalten, als derselbe für die Herstellung des Fundamentaushubes und des Mauerwerkes überhaupt erforderlich sein werde. (Art. 7.)

Nach Beendigung dieser Arbeit und soweit nicht andere Wasserschöpfungen nothwendig würden, stand es dem Menestrina

frei, die Wasserkraft- und Pumpenanlage abzutragen, worauf alles Materiale in seinen Privatbesitz übergieng. (Art. 8.)

Behufs Sicherstellung des Etsch-Regulierungsfondes erlegte Menestrina eine Caution von 500 fl., welche ihm nach Beendigung seiner Arbeit sofort zurückgestellt wurde, da bei derlei Arbeiten selbstverständlich von der sonst üblichen Garantiezeit nicht die Rede sein konnte.

Dem Vertrage waren Detailpläne der herzustellenden Anlagen beigegeben.

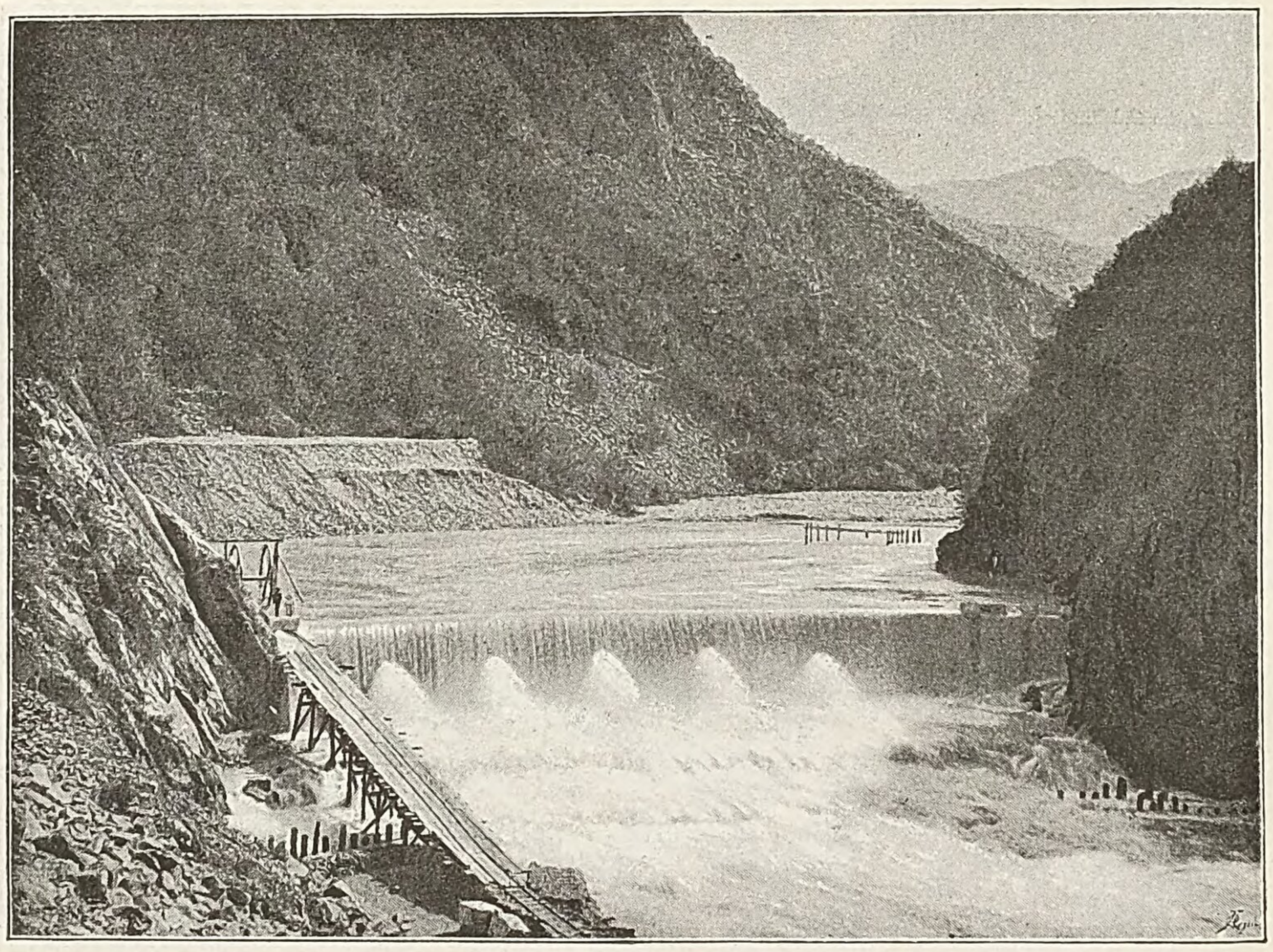
Die Herstellung der Erdarbeiten für die Pumpen besorgte der Etsch-Regulierungsfond.

Nach Vollendung des Ableitungscanales und bewirkter Einleitung des Avisio in denselben, sowie nach vollständiger Montierung der Pumpenanlage wurde sofort mit dem Aushube der Fundamentgrube begonnen.

Diese war durch das sehr grobe Geschiebe des Baches und die in demselben enthaltenen massenhaften Steinblöcke von bis über 1 m^3 Rauminhalt sehr erschwert. Nachdem mit Hilfe der ebenfalls durch die schon beschriebene Wasserkraft-Anlage betriebenen dynamo-elektrischen Maschine einige Bogenlampen installiert wurden, konnte Tag und Nacht gearbeitet werden, so dass schon in den ersten Tagen des Jahres 1882 mit dem Fundament-Mauerwerk begonnen werden konnte.

Der überaus milde Winter des Jahres 1882[1], die schönen sonnigen Tage und die vier Monate andauernde constante günstige Witterung und der niedere Wasserstand des Avisio gestatteten, ohne Unterbrechung zu arbeiten, so dass im Frühjahr 1882 nicht nur, wie es beabsichtigt war, lediglich die Fundierung, sondern auch schon ein Theil der Thalsperre selbst ausgeführt werden konnte. Bis Ende April 1882 war die Gegensperre, der Sturzboden und das Fundament der Hauptsperre vollständig fertig; die Sperre selbst erreichte schon die Höhe von 3 m über dem Sturzboden.

Fig. 43.



Die Avisio-Sperre im Jahre 1884 im Baue.

c) Die Anlage der unteren Durchlässe der Thalsperre.[2]

Am 4. März 1882 wurde die Quaderschichte unter dem Niederwasser und die Hintermauerung derselben, sowie das eigentliche Fundament der Thalsperre vollendet. Das damalige Bauniveau ist aus Tafel 31, Fig. 3 und 6, zu entnehmen, welche auch zur Erklärung des weiteren Bauverlaufes bei Anlage der Durchlässe erforderlich sind.

[1] Hüny a. a. O.

[2] Diese Darstellung ist den Ausführungen Herrn Hüny's (Danubius 1886) entnommen.

Es trat nun an die Bauleitung die Frage heran, in welche Höhe die zur Fortsetzung der Sperre nöthigen Wasserdurchlässe angelegt werden sollen, und wie die Einleitung des Wassers aus dem provisorischen Holzcanal in dieselben am zweckmässigsten geschehen solle.

Für diese Arbeit entwarf Herr Ingenieur Hüny ein vollständiges Programm, an welches sich auch bei der Ausführung derselben gehalten wurde.

Die Abflussöffnungen wurden, wie aus Fig. 6, Tafel 31, zu entnehmen ist, auf die Höhe der dritten Quaderschichte angelegt, weil diese Höhe nahe mit der Oberkante des provisorischen Canales zusammenfiel und eine Placierung der Oeffnungen in höherer Lage mit weit grösseren Schwierigkeiten verknüpft gewesen wäre.

Die Anbringung der Durchlässe über der alten Thahlsohle empfahl sich aus dem Grunde, weil bei den zu erwartenden Hochwässern diese Durchlässe leicht mit dem zugeschwemmten Materiale verlegt werden konnten und dann die eventuell anzubringenden Absperr-Vorrichtungen nicht mehr functionieren und die Durchlässe seinerzeit nicht geschlossen werden könnten. Sind jedoch die Sohlen der Durchlässe erhoben (im Projecte 3 m), so ist hiemit ein genügender Raum geschaffen, um dem Wildbach, wenigstens für einige Zeit sein Geschiebe deponieren zu lassen und die Durchlässe frei zu erhalten. Inwieweit diese Voraussetzung zutraf, werden wir später sehen.

Die hohe Lage des provisorischen Canales (Fig. 3, 5 und 6) gestattete ohne weiteres noch die erste Quaderschichte sammt der Hintermauerung zu vollenden, da die Unterstützung der untersten Querschwellen des Canales keine Schwierigkeit bot.

Die folgende Arbeit war nun, die Quadern der Hintermauerung der II. und III. Schichte bis in die Nähe des provisorischen Canales ab, Fig. 6 und 7, fortzusetzen, dann wurde an der rückwärtigen Front der Sperre ein Mauerkörper ausgeführt, wie er in Fig. 6 mit den Buchstaben a b c d e f g h a und in Fig. 7 mit den Buchstaben e i g h a dargestellt ist. Diese Mauer schliesst sich, wie man aus Fig. 6 sieht, voll an den Canal und an den Felsen an, sperrt also ein ausserhalb des Canales befindliches Wasser bis zur Höhe b, c, f, g, das ist bis zur III. Schichte, vollständig ab.

Nach der Ausführung dieser Arbeit konnte mit der Herstellung der Durchlässe begonnen werden, worauf die Mauer auf ihre ganze Länge mit Ausschluss des Stückes c f (Fig. 6 und 7) erhöht wurde.

Nun kam die Einleitung des Wassers in die Durchlässe, was bei einem niedrigen Wasserstande vorgenommen wurde.

Die Wände des provisorischen Canales von der Sperre thalaufwärts wurden bis nahe an den Wasserspiegel abgetragen und gleichzeitig die Absperrvorrichtung xy (Fig. 7) in Bereitschaft gehalten.

Nachdem dann die Absperrung (mit Pfosten) bewerkstelligt worden ist, trat das Wasser über die seichten Ufer aus dem Canal heraus und stieg hinter der Sperre bis zur Höhe der Durchlässe, durch welche es fortan seinen Abfluss fand. Der provisorische Canal von der Absperrung xy (Fig. 7) lag nun trocken und es wurde nun sogleich das Stück c d e f c (Fig. 6 und 7) aufgenommen und auf die Höhe des übrigen Mauerwerkes gebracht. (Fig. 41.)

Der Canal von c f (Fig. 7) abwärts wurde nun ohne weiteres abgetragen und das fehlende Stück der Sperre bis zum Felsen des linken Ufers im trockenen vollendet und die Aufmauerung der Sperre fortgesetzt.

Die Art und Weise dieses Vorganges war eine derartige, dass keine anderweitigen Vorbereitungen getroffen werden mussten, somit auch keine überflüssigen Kosten verursacht worden sind.

d) Weitere Bau-Ausführung der Thalsperre.[1]

Auf der Höhe von 3 *m* über dem Sturzboden wurden in der früher beschriebenen Weise fünf Durchlassöffnungen angelegt, von welchen jede 1·5 *m* hoch und 0·8 *m* breit ist. Diese Oeffnungen dienten dazu, um das Bachwasser weiter zu führen, da das inzwischen noch immer functionierende Holzgerinne demoliert werden musste, um das Mauerwerk der Sperre auch an dieser Stelle fortsetzen zu können.

Nachdem nun die Umleitung des Wassers in die Durchlässe vollzogen war und mit der Ausmauerung des durch das Holzgerinne gebildeten Raumes in der Sperre begonnen wurde, trat die Katastrophe des Jahres 1882 ein.

Durch diesen Raum, dessen Sohle 4 *m* niedriger war als die damalige Krone der Sperre, welche inzwischen die Höhe von 6 *m* über dem Sturzboden erreicht hatte, drängte das Wasser mit ungeheuerer Gewalt und riss an dieser Stelle, in einer Breite von etwa 10 *m* die Sperre, den Sturzboden und die Gegensperre durch.

Das Mauerwerk wurde bis auf die Fundamentsohle zerstört. Der übrige Theil des Bauwerkes wurde trotz der ungeheuren Wassermasse, welche Herr Ingenieur Hüny auf 900 bis 1000 m^3 per Secunde schätzt und welche sich tosend über dieselbe hinwegwälzte, nicht beschädigt.

Nach Ablauf des Hochwassers jenes Jahres (bekanntlich folgte im October ein zweites) musste zuerst an die Wiederherstellung der vollständig zerstörten Zufahrtsstrasse geschritten werden, so dass mit den Reparaturen an der Sperre selbst erst Ende Jänner 1883 begonnen werden konnte. Zudem war der Winter auch sehr schlecht und regnerisch, so dass das Wasser des Baches nie auf sein Minimum herabsank. Diesen ungünstigen Umständen ist es zuzuschreiben, dass bis zum Eintritte des Frühjahrs-Hochwassers nur der Sturzboden und die Gegensperre ausgebessert werden konnten.

Die Arbeit wurde bis zum Herbst desselben Jahres eingestellt und erst im Winter 1883/1884 kam die Reparatur der Thalsperre selbst zustande. Die Sperre wurde im nämlichen Jahre bis auf die Höhe von 7 *m* gebracht. Im Herbst 1884 wurde von der Etsch-Regulierungs-Commission die Fortsetzung und Vollendung der Sperre beschlossen, worauf die Arbeit sofort wieder ihren Fortgang nahm.

[1] Diese sehr interessanten Mittheilungen verdanke ich dem Bauleiter der Avisio-Sperre, Herrn Hüny.

Um nun auch einem mittleren Wasser ungehinderten Abzug zu gestatten, wurden auf der jetzigen Höhe von 7 *m* fünf neue Durchlässe von je 1·05 *m* Höhe und 0·8 *m* Breite angelegt.

Zum Heben der Quadern und des Cementes auf die nun immerwährend wachsende Höhe wurde am rechten Ufer unmittelbar unterhalb des Widerlagers der Sperre ein solides Gerüst construiert, welches successive erhöht wurde.

Die Baumaterialien wurden mittelst Rollwagen unter das Gerüste geführt, durch einen Krahn, welcher durch ein kleines Wasserrad getrieben wurde, auf die gewünschte Höhe gezogen und von dort ebenfalls mittelst Rollwagen an Ort und Stelle ihrer Verwendung gebracht.

Diese Arbeit gieng bis Ende September 1885, in welchem Jahre ein neues gewaltiges Hochwasser das ganze Etsch-Gebiet heimsuchte, ohne Störung gut von statten und hatte die Sperre bereits die Höhe von 17 *m* erreicht. Dieses Hochwasser vom September und namentlich auch dasjenige vom October 1885 hat nun allerdings einen unliebsamen Halt geboten. Die Sperre selbst hat trotz des grossen Uebersturzes nichts gelitten, ebenso wenig der Sturzboden und die Gegensperre. Die zehn Durchlassöffnungen waren in voller Thätigkeit, der Uebersturz über die Krone betrug $2^1/_2$ Meter und der noch nicht ganz vollendete seitliche Entlastungscanal war ebenfalls gefüllt. Das gesammte Abflussquantum betrug etwa 700 m^3 per Secunde.

Das Aufsatzgerüste hat einigen Schaden genommen und die Zufahrtsstrasse wurde vollständig zerstört. Die Arbeit an der Sperre wurde jedoch bald wieder aufgenommen und die Thalsperre im Jahre 1886 beendet.

Die Schliessung der zehn Durchlässe, für welche wohl seinerzert eigene Verschlussplatten aus Gusseisen in Aussicht genommen, aber nicht zur Verwendung gekommen waren, hat sich zum Theile von selbst vollzogen, indem die durch die Hochwässer dahergebrachten Wildhölzer, Wurzeln u. s. w., die Oeffnungen verstopften, zum Theile wurden die letzteren mittelst Balken, Faschinen und Steinen verlegt.

Schliesslich muss noch einer Treppe Erwähnung geschehen, welche auf die Thalsperre in zwei geradlinigen Armen heraufführen sollte. Von dieser musste jedoch wegen der Natur der Schichtenstellung der Felsen, in welche die Stufen eingemeisselt werden sollten, Abstand genommen werden, obwohl diese Treppe zum Theile bereits ausgeführt war.

Auf dem Bilde der Sperre (Fig. 42) ist übrigens auch diese Treppe zwischen der Thalsperre und dem Entlastungscanal zu sehen. In den Plänen wurde diese Treppe als nicht bestehend ausgeschieden.

In der besprochenen Ansicht der Sperre in ihrem fertigen bis zur Krone abgeschlossenen Zustande fliesst der Avisio noch durch drei Durchlässe, welche bei Aufnahme der Photographie noch nicht geschlossen waren.

Das zweite Bild der Sperre (Fig. 43) zeigt dieselbe zur Zeit, als sie beiläufig zur Hälfte fertig war, zur Zeit eines grossen Hochwassers. Die Fluten des Avisio strömen über die Krone der unfertigen Sperre und durch die fünf Durchlässe. Das Sturzbett, die Vorsperre und das Vorpflaster sind durch die Fluten verhüllt.

e) Die Baukosten der Avisio-Thalsperre.

Bei Vollendung der Thalsperre wurden im ganzen ausgeführt:

13.000 m^3 Bruchsteinmauerwerk,
3.800 m^3 Quadermauerwerk,
50.000 m^3 Felsensprengung.

Die Kosten der Thalsperre belaufen sich auf 355.000 fl. und jener der Grundsperre (Briglia) beim Maso Frank auf 44.200 fl.

VI. Abschnitt.

Der Leno-Bach.

61. Capitel.

Einleitung.

Der Leno-Bach entspringt am Campo grosso und durchzieht in nordwestlicher Richtung ein schmales Thal, welches den Namen Vallarsa führt und in der nördlichsten Strecke sich in eine enge Felsenschlucht verwandelt, welche sich erst bei Roveredo im Etsch-Thal öffnet. Hier beginnt beim Ausgange der Thalschlucht die Spitze des Schuttkegels, welchen der Leno mit einem Halbmesser von 2 *km* in das Thal der Etsch verbaut, wodurch die letztere an die rechtsufrige Berglehne von Isera gedrängt wird. An der Einmündung des Leno in die Etsch liegt Sacco. Ungefähr 2 *km* oberhalb Roveredo nimmt der Leno-Bach, welcher, soweit er die Vallarsa durchfliesst, den speciellen Namen Leno di Vallarsa führt, einen Seitenbach aus dem Travignolo-Thale auf, welcher ihm an Grösse nahezu gleichkommt und Leno die Travignolo genannt wird. Das Vallarsa-Thal ist durch die Reichsstrasse nach Vicenza und Schio durchzogen, welche am rechten Leno-Ufer hoch über demselben sich durch die aus zahlreichen Ansiedlungen und Weilern bestehende Gemeinde Vallarsa über die Passhöhe von Piano delle Fugazze (1286 *m*) nach Italien fortsetzt. Diese Strasse übersetzt mit einer mächtigen Brücke den Leno di Terragnolo bei St. Colombano, woselbst sich eine ganz in einer Felswand erbaute Kirche befindet.

Beide Thäler sind ziemlich entwaldet und von zahlreichen Wildbächen durchwühlt, deren Entstehung zumeist den Querströmungen der Bäche zugeschrieben werden muss, durch welche die Lehnenfüsse in Angriff versetzt werden.

Wenn der Leno-Bach trotzdem für die Stadt Roveredo nicht so verderblich ist, wie die Fersina für Trient, so ist die Ursache darin zu suchen, dass der Leno-Bach ganz im Kalkgebiete gelegen ist. Im übrigen ist auch die Stadt Roveredo durch starke Ufermauern gegen einen Durchbruch des Leno in die Stadt versichert. Von Roveredo abwärts ist der Leno bis zur Einmündung in die Etsch regulirt, insbesondere ist die Einmündungsstelle durch ein regelrechtes Separationswerk versichert. (Fig. 44.)

Der Leno, welcher gleichwohl die fruchtbaren Felder und Gärten von Roveredo wiederholt in furchtbarer Weise verwüstete, erhöhte im Jahre 1882 seine Bachsohle infolge der massenhaften Geschiebezufuhr aus dem Thale um fast 5 *m*, woraus die Nothwendigkeit einer Abschneidung der Geschiebezufuhr für die Zukunft hervorgieng.

Es wurden auch sofort nach dem Hochwasser neben Verbauungen der gefährlichsten Stellen im Thale selbst zwei grosse Thalsperren in Angriff genommen, durch welche das Gefälle des Leno di Vallarsa, sowie jenes des Leno di Terragnolo gebrochen und in weiten hinter den Baustellen befindlichen Becken die in Wanderung befindlichen Geschiebemassen zurückgehalten werden sollten.

Fig. 44.



Der Leno in Roveredo.

Dieses war umso nothwendiger, als der Leno-Bach durch seine Geschiebe einen mächtigen Staurücken im Etsch-Flussbette bildete, wodurch der regelrechte Abfluss der Etsch-Hochwässer behindert wurde und weil es offenbar nicht möglich war, auf den übrigens fraglichen Fall Rücksicht zu nehmen. dass der Leno-Bach mit seinen zahlreichen Schluchten und Wildbächen in absehbarer Zeit verbaut und beruhigt werden könnte.

Etwa 250 *m* oberhalb der Einmündung des Terragnolo-Thales in der Nähe des schon erwähnten Kirchleins St. Colombano wurde die darnach benannte Thalsperre von St. Colombano und 600 *m* ober der Theilung der beiden Leno-Bäche im Terragnolo-Bach die nach diesem Bache benannte Terragnolo-Sperre erbaut, deren Beschreibung im nachstehenden folgt.

Für die Leno-Regulierung bei Roveredo wurde ein Profil gewählt, welches aus beiderseitigen Hochwasserdämmen mit hölzernen Grundschwellen besteht. Diese letzteren haben statt dem gewöhnlich üblichen Steinvorgrunde ein mit Steinen fest verkeiltes Kastenwerk, wodurch die für derlei Schwellen so gefährlichen Kolkungen unschädlich gemacht werden.

Diese Versicherung, welche der bauleitende Ingenieur Herr Philipp Krapf auch im Inneren des Thales verwendet hat, hat sich bestens bewährt.

62. Capitel.

Geschichtliche Daten über die älteste Anlage von Roveredo.

Aus den römischen Inschriften, Meilensteinen und Castellen geht hervor, dass die älteste Römerstrasse, welche vom Po

zur Donau führte, die Via Claudia-Augusta, nicht durch das jetzige Roveredo am linken Etsch-Ufer, sondern vielmehr am jenseitigen rechten Ufer sich hinzog.

Die Stadt Roveredo scheint erst im Mittelalter gegründet worden zu sein; denn noch zu Zeiten der Langobarden war Lagare (das jetzige Villa Lagarina) der Hauptort der Val Lagarina, und erst in einem Documente aus dem Jahre 1154,[1] in welchem von einem Vertrag zwischen dem Herzog Heinrich von Sachsen und den Markgrafen von Este die Rede ist, kommt zum erstenmal der Name Roveredo vor, indem daselbst unter den anderen Zeugen auch ein Liutus von Ruveredo genannt wird.

Nach Baroni soll nach alter Tradition Wilhelm v. Castelbarco[2] der erste gewesen sein, welcher Roveredo befestigte, indem er den Ort mit Mauern umgab und ein Castell errichtete, welches Castelnuovo genannt wurde.

Wilhelm v. Castelbarco vereinigte durch Heirat und Erbschaft die Herrschaft über fast alle Dominien der Vallagarina. Die Strasse von Verona nach Trient war damals schon am linken Etsch-Ufer, wo Wilhelm die Schlösser von Beseno (bei Calliano), Castelpietra, Lizzana und Serravalle besass. Von Lizzana aus übertrug Wilhelm den Sitz seiner Beamten nach Roveredo, welches ihm bei seinem erweiterten Besitz günstiger gelegen war. Die Gemeinde Lizzana erstreckte sich immer bis zum Leno-Bach und der am linken Ufer gelegene Stadttheil von Roveredo, nämlich „Borgo di San Tomaso" wurde erst in neuerer Zeit von Lizzana abgetrennt. Auch die Kirche von Vallarsa gehörte nicht zu Roveredo, sondern zu Lizzana.

Fig. 45.



Die Leno-Sperre bei Terragnolo oberhalb Roveredo während der Reconstruction.

Aus dem Umstande, dass Wilhelm v. Castelbarco ein neues Schloss in Roveredo baute und es Castelnuovo benannte und auch bereits einen Ort vorfand, geht hervor, dass die Gründung von Roveredo jedenfalls älter ist.

Ein vereinzeltes römisches Castell mag schon früher dort bestanden haben, worauf die im Jahre 1820 und später dort gefundenen von Stofella beschriebenen Gräber hindeuten.

Im Jahre 1027 übergab Kaiser Konrad die Vallagarina als Lehen den Bischöfen von Trient, welche Landvögte in Serravalle, Lizzana, Pradaglia und Castelbarco hielten, die sich selbständig zu machen suchten.

Damals hatte Roveredo offenbar noch keine Bedeutung oder bestand überhaupt noch nicht als Ortschaft, da das in nächster Nähe befindliche Lizzana Sitz der Vögte war und auch die Kirche von Vallarsa zu Lizzana gehörte.

So lange die Römerstrasse am rechten Etsch-Ufer war, waren am Schuttkegel des Leno mit wenigen guten Grundstücken weitab vom Verkehr der Strasse offenbar nicht die natürlichen Bedingungen vorhanden, dass sich an der Leno-Mündung eine Ortschaft gründe.

Erst als man die kürzere Strasse am linken Etsch-Ufer anlegte und das Schloss Beseno eine wichtige strategische Bedeutung erlangte, zeigte es sich erforderlich, den Uebergang des Leno zu befestigen. Ein Castell und eine Maut mögen daher die ersten Gebäude am Leno gewesen sein und zur Gründung der Ortschaft Veranlassung gegeben haben.[1]

Die frühere Bedeutungslosigkeit der Einmündungsstelle der Vallarsa ins Etsch-Thal mag auch durch den Umstand erklärt sein, dass der Uebergang aus Vicenza durch die Vallarsa ein sehr schwieriger war und die neue hoch über dem brausenden Leno sich hinziehende Strasse erst zu Anfang dieses Jahrhundertes erbaut worden ist.

63. Capitel.

Wichtige Folgerungen aus der Geschichte der Gründung Roveredos.

Viele Schriftsteller betrachten die Schuttkegel an den Ausgängen grosser Seitenthäler, wie zum Beispiel diejenigen des Avisio und des Leno es sind, als die Brennpunkte, von denen die Cultur in die Seitenthäler getragen worden ist, die aber auch nach ihrer vermeintlich günstigen Lage stets die ältesten Ansiedlungen gebildet haben sollen.

Von diesen Schriftstellern[2] wird aus diesen Annahmen die weitere Folgerung gezogen, dass die Schuttkegel der Seitenthäler einst die gesuchtesten und günstigsten Ansiedlungspunkte für die Gründung neuer Ortschaften gebildet haben müssen und dass schliesslich damals die Wildbäche in einer Periode relativer Ruhe sich befunden haben mussten, weil sonst nach ihrer Ansicht die Wahl des Ansiedlungsortes nicht erklärlich wäre.

Da nun dieselben Schriftsteller gegenwärtig diese Orte von den Ausbrüchen der Seitenbäche bedroht, beschädigt und oft auch ganz zerstört finden, so glauben sie daraus den Schluss ziehen zu müssen, dass diese Verhältnisse erst in neuerer Zeit entstanden seien, früher aber nicht bestanden hätten.

[1] Delle antichità Estensi ed Italiane (Muratori). (Citirt in Tartarotti.)
[2] Gestorben 1319.

[1] Dizionario topografico del Trentino.
[2] Cézanne, Kink, Pasetti, Lehmann etc.

Schon bei der Ortschaft Lavis, am gefährlichsten aller Wildbäche Tirols, dem Avisio, haben wir jedoch gesehen, dass diese Voraussetzungen und Schlussfolgerungen dort nicht zutreffen, sondern dass sich historisch erweisen lasse, dass die Cultur einen ganz anderen Gang genommen hat, dass insbesondere Lavis erst später entstand, als nicht weit davon entfernte Orte im Cembra-Thale, dass in nächster Nähe von Lavis sich im Etsch-Thal schon ein wichtiger Ort befand, letzterer aber erst später entstand und dann auch sofort schon den Kampf mit dem Wildbach aufnehmen musste, um sich zu erhalten.

Lavis wurde daher erst gegründet, als die zunehmende Bevölkerung daran gieng, auch die schlechteren und gefährlicheren Grundstücke zu cultivieren.

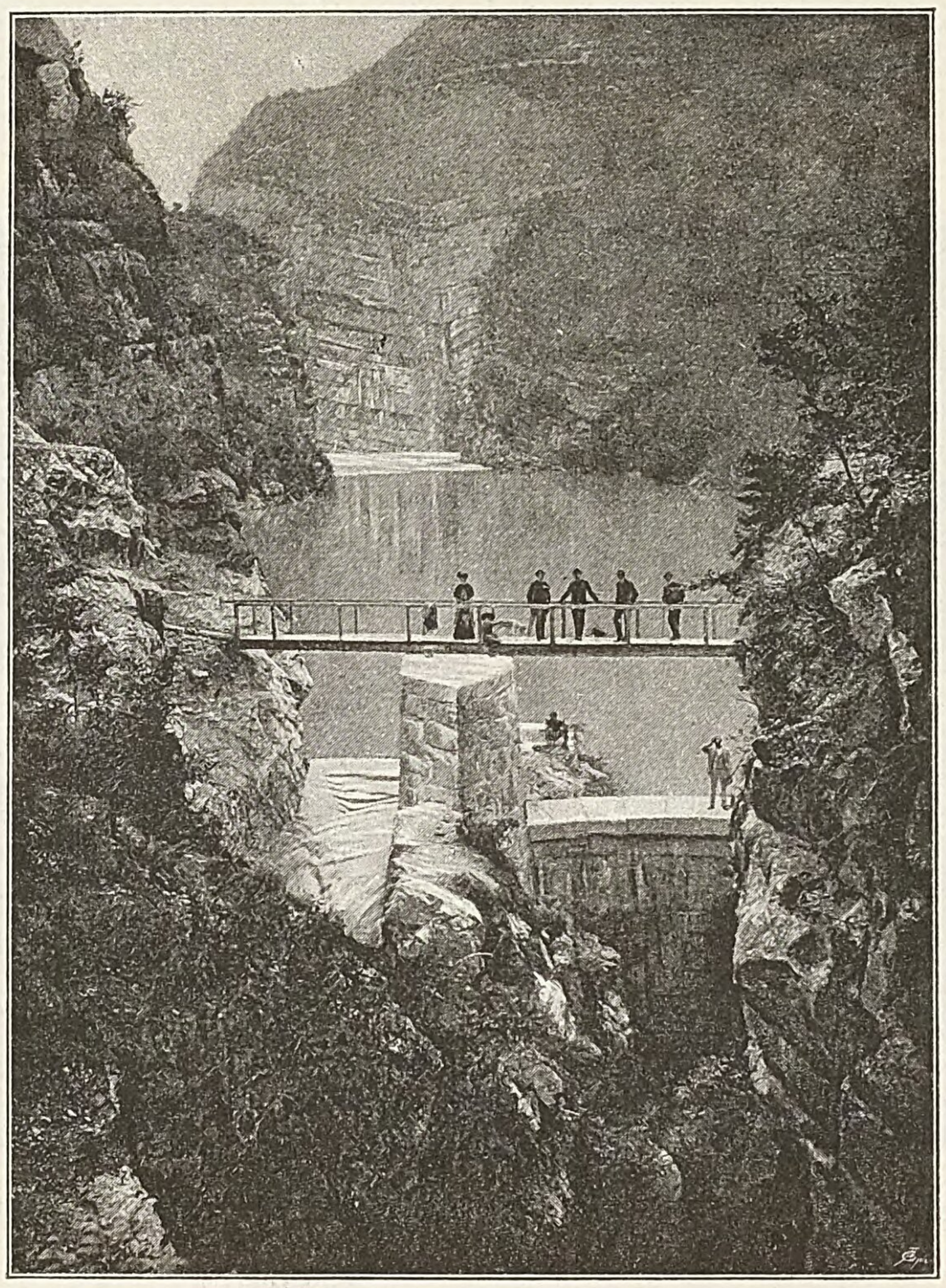
Verfolgen wir die Geschichte Roveredos, so sehen wir ganz denselben Grundzug. Zur Römerzeit wich der grosse Verkehr dem Schuttkegel des Leno offenbar aus, indem er den weit längeren Weg am rechten Etsch-Ufer zur Tracierung der Via Claudia Augusta wählte und auch am linken Etsch-Ufer finden wir in nächster Nähe der Thalschlucht des Leno wichtige Ortschaften, die diesen Ausgang des Seitenthales trotz den anscheinend günstigen Verkehrsverhältnissen am Zusammenflusse zweier Thäler nicht gewählt und man kann wohl sagen vermieden haben. Auch wurde die älteste Cultur in die Vallarsa nicht von Roveredo, sondern von einem anderen, nicht am Schuttkegel des Leno gelegenen Orte, nämlich von Lizzana aus getragen.

Wir sehen, dass die Anwendung der erwähnten Hypothese von der relativen Unschädlichkeit der Wildbäche auch auf den Leno-Bach nicht anwendbar ist, sondern dass auch hier die Ansiedlung am spätesten entstand und seit den ältesten Zeiten der Kampf mit den Verheerungen des Wildbaches bis auf die Gegenwart immer stattgefunden hat.

Es ist möglich und auch wahrscheinlich, dass die Verwüstungen des Leno-Baches in neuerer Zeit seit der notorisch grösseren Entwaldung bedeutend zugenommen haben, ganz ungerechtfertigt ist es aber, diese Beobachtung soweit auf die Spitze zu treiben, um zu behaupten, dass nach der Diluvialzeit ein Stillstand in der Ausbildung der Wildbäche eingetreten sei, in welchem sich allenthalben die Bewaldung bildete, worauf erst durch die Entwaldung, also durch die Hand des Menschen eine neue Aera der Zerstörung, die „torrentielle Aera“, eintrat.

Die Geschichte gibt zu einem so kühnen Schlusse, der von Surell und Cézanne zuerst in dieser Form ausgesprochen und seither weiter colportiert wird, wie wir für zwei wichtige, grosse Wildbäche an grossen Culturstrassen nachgewiesen haben, nichts weniger als eine Veranlassung, vielmehr kann aus ihr das gerade Gegentheil mit Gewissheit ausgesprochen worden. Dass dem so ist, geht schon aus dem Umstande hervor, dass die beste Bewaldung die Bildung von Wildbächen nicht unbedingt verhindern kann, vielmehr durch die Eintiefung der Wasserläufe in ihre beweglichen Sohlen nach der durch das Gesetz der Schwere bedingten nahezu parabolischen Curve, Unterwaschungen von Berglehnen und Querströmungen auch in bestbewaldeten Gegenden entstehen müssen und stets entstanden sind, wodurch gewaltige Geschiebemassen zu Thale wandern und an den Ausgangsschluchten jene Schuttkegel aufbauen, die durchaus nicht als ein ausschliessliches Erzeugnis der Diluvialzeit anzusehen sind, sondern vielmehr unter unseren Augen in der Gegenwart entstehen und wachsen und in allen denkbaren Stadien der Entstehung und des successiven Fortschreitens täglich beobachtet werden können.

Fig. 46.



Die Leno-Thalsperre im vollendeten Zustande.

Wenn daher die „Entwalder“ die Verhältnisse der Geschiebebildung in den Wildbächen zweifellos verschlechtert und in manchen Fällen gewiss zur Calamität herausgebildet haben, so darf doch die Wissenschaft nicht den blinden Uebereifer der Menge und thatendürstiger Reformatoren theilen, sondern sie muss in gerechter und objectiver Weise zugeben, dass die Geschiebebildung an Wildbächen seit jeher bestanden hat und so lange bestehen wird, als Dämpfe zum Azur emporsteigend und als Wassertropfen, Adern, Bäche und Flüsse zur Erde zurückkehrend das emporgethürmte Gebirge nach unwandelbaren Gesetzen so nivelliert haben werden, wie in früheren geologischen Perioden langsam aber sicher in ungezählten Milliarden von Jahren, Gebirge, die noch höher als die Alpen gewesen sein mögen, nivelliert worden sind.

64. Capitel.

Die Terragnolo-Sperre am Leno-Bach.

Ueber das Project und den Bau dieser sehr interessanten Sperre, deren Form und Dimensionen aus der Tafel 36 zu entnehmen sind, lassen wir im nachstehenden die dem Verfasser seitens der Etsch-Regulierungs-Commission zur Verfügung gestellte Projectsbeschreibung vom 26. December 1882, die auf Grund der Ausführung verfasste Baubeschreibung vom 18. October 1883 und die summarische Kostenzusammenstellung folgen. (Fig. 45 und 46.)

A. Projects-Beschreibung für die Thalsperre am Leno di Terragnolo.

Allgemeines.

Etwa 500 *m* ober der Brücke von Colombano tritt der Leno die Terragnolo aus einem an der Sohle durchschnittlich 50 *m* breiten und 1 *km* langen Becken in eine enge Felsschlucht ein.

Beim Beginne der Schlucht hat bereits einmal eine steinerne Thalsperre ebenfalls zum Zwecke der Zurückhaltung des Geschiebes bestanden, deren oberer Theil eingestürzt ist, deren unterer aber durch die infolge des Baues einer weiter unterhalb gelegenen und zu Holztriftzwecken erstellten Sperre verursachten Auflandung im Schotter vergraben liegt. Nach den Aussagen verlässlicher Leute findet sich etwa 1 bis $1^1/_2$ *m* unter der Bachsohle der übrig gebliebene Theil dieses Baues und zwar in sehr gut erhaltenem Zustande, so dass für eine neue Thalsperre das Fundament an dieser Stelle bereits vorhanden wäre.

Nicht nur wegen dieses Umstandes sondern auch wegen leichter Zufuhr der Materialien und hiedurch ermöglichter rascher Vollendung des Baues wurde die Wahl dieser Baustelle entschieden, wenngleich eine andere Stelle (im Langprofil und der Situation mit IV/b bezeichnet) mit einem Querprofil von ca. 2 *m* auf etwa 45 *m* Höhe die Erbauung einer um 30 *m* (absolut genommen) höheren Sperre gestatten würde.

Indessen ist die Materialzufuhr hier eine schwierigere und erheischt längere Vorbereitungen, weshalb die Ausführung des Baues an dieser Stelle bis zum Eintritte der Frühjahrshochwässer nicht mehr möglich ist.

Construction der Sperre.

Die Schlucht der in Aussicht genommenen Baustelle ist ca. 5·5 *m* im Mittel breit, ein genaues Profil konnte wegen Unzugänglichkeit der Schlucht nicht aufgenommen werden. Die seitlichen verticalen Felsenwände bestehen aus gesundem Felsmaterial und bieten für die Sperre ein vorzügliches Widerlager, weshalb es sich besonders empfiehlt, diese in Gewölbform anzulegen.

Im gegenständlichen Projecte ist sie als stehendes Tonnengewölbe von 6·25 *m* inneren Radius mit senkrechter innerer Laibung construiert. Letzteres deshalb, damit das Mauerwerk durch das über die Krone stürzende Holz und Geschiebe keinen Angriffen ausgesetzt ist, welche für den Bestand des Bauwerkes sehr verderblich wären.

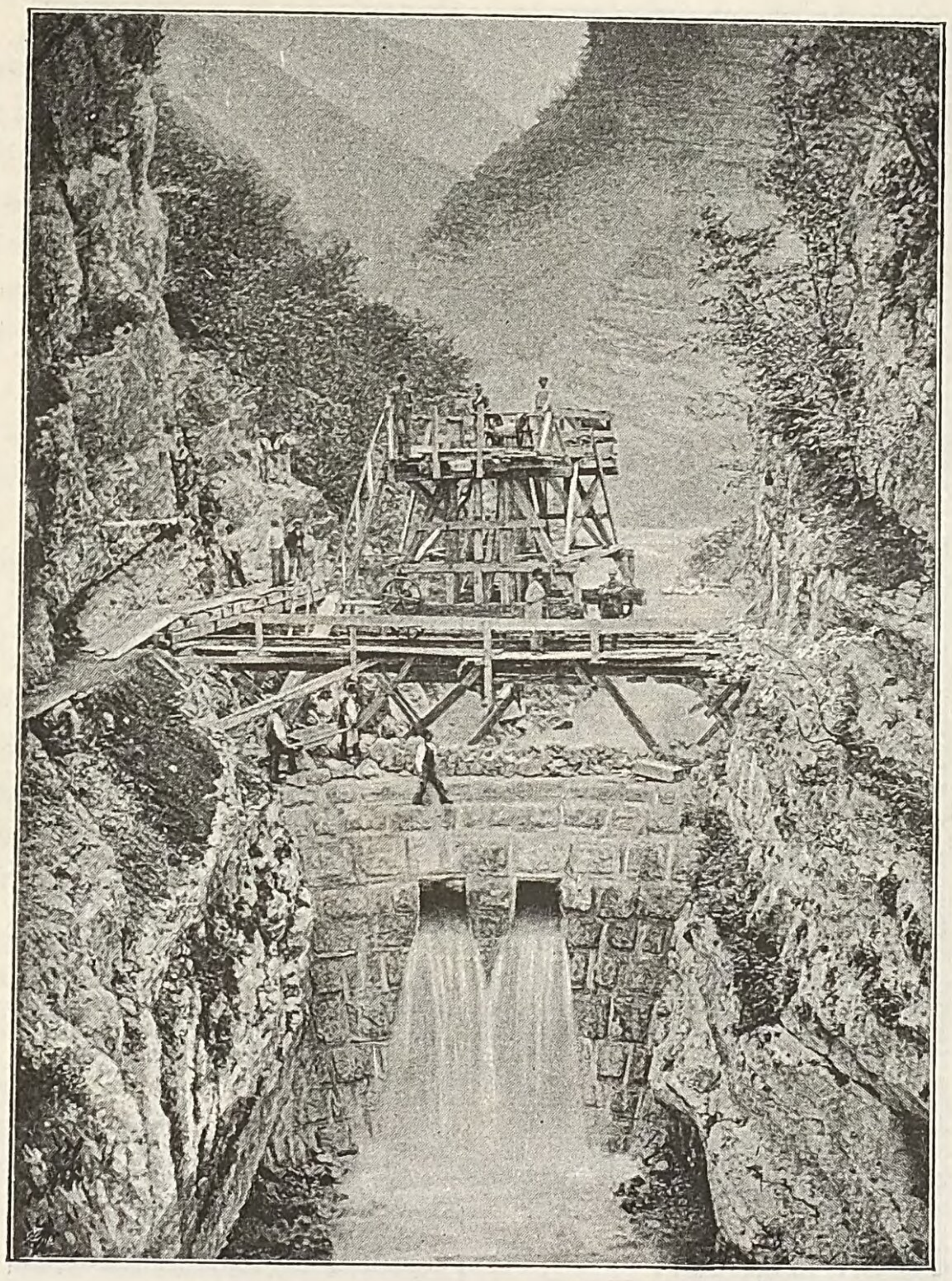
Ferners wurde projectiert, die Sperre auf einen Bogen aufzusetzen und zwar nicht nur deshalb, weil über die Stärke des alten Mauerwerkes keine sicheren Daten bekannt sind, sondern auch weil dadurch die Solidität überhaupt erhöht wird.

Das Bauwerk besteht der Hauptsache nach aus Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel, an der concaven Seite mit Quaderverkleidung.

Die Stärke wurde an der Krone zu 2·5, an der Sohle zu 3·5 *m* angenommen. Diese ist mehr als ausreichend, weil die Sperre als ein Gewölbe berechnet werden kann, wovon jeder Gewölbering den Druck des dahinter befindlichen Geschiebes oder Wassers direct auf die Widerlager und nicht auf die unteren Schichten verpflanzt.

Irgend eine Fläche a h der Mauer, 4 *m* unter der Oberfläche gelegen, erleidet daher nur einen Druck d h . h g, während bei einer gewöhnlichen Futtermauer alle diese Drucke von der Wasseroberfläche bis zur Tiefe h zu integrieren kämen.

Fig. 47.



Die Leno-Thalsperre bei St. Colombano oberhalb Roveredo im Bau.

Das Verkleidungsmauerwerk würde übrigens, eine zulässige Inanspruchnahme von 22 *kg* per Quadrat-Meter vorausgesetzt, für sich allein genügen, wenn man den Zufälligkeiten durch den Anprall des Treibholzes etc. nicht Rechnung trüge.

Der Entlastungsbogen in einer Stärke von 1 *m*, ganz aus Quadern ausgeführt, muss in der Weise construiert werden, dass derselbe sowohl dem Horizontal- als Verticaldruck Widerstand zu leisten vermag. Die Steine erhalten daher eine keilförmige Gestalt in doppeltem Sinne und ist die Art des Steinschnittes, wie aus der Zeichnung ersichtlich, eine derartige, dass alle Lager- und Stossfugen ebene Flächen werden. — Der Fehler, der hiebei durch Ausserachtlassung der richtigen Regel, dass die Lagerflächen an allen Punkten die Normalen zur Laibung enthalten müssen, ist ein sehr geringer und bleibt weit unter dem Reibungswinkel. Man kann daher den Wölbsteinen nach allen Richtungen ebene Begrenzungen geben, was die Ausführung wesentlich vereinfacht.

Unter dem Gewölbe wird das Mauerwerk der alten Sperre bis zur Laibung des Gewölbes ergänzt und gut in den Felsen eingebunden.

Vorgrund ist keiner nöthig; es ist auch keine Unterwaschungsgefahr vorhanden, weil die alte Sperre viele Meter in den Boden hinunterreicht und weil die weiter unterhalb befindliche Thalsperre, besonders, wenn die zerstörte Krone wieder hergestellt wird, gewissermassen als Vorsperre wirkt.

Uebrigens empfiehlt es sich etwas flussabwärts des neuen Werkes an günstigen Positionen grosse Felstrümmer von den Felswänden abzusprengen, um das Wasser zu stauen und dadurch den Sturz unschädlicher zu machen.

Auch von einem seitlichen Entlastungscanal könnte man absehen, wenn nicht aus Rücksicht für die Holztrift der Bewohner von Terragnolo ein eigener Canal ausgesprengt werden müsste, da andernfalls die Sperre durch das Triften leicht beschädigt und weil diese selbst weniger leicht bewerkstelligt werden könnte.

Im Vorausmaass ist für diese Arbeit nur ein Pauschalbetrag angesetzt, da über die geeignetste Anlage erst nach Rücksprache mit der interessierten Gemeinde Terragnolo geurtheilt werden kann. Mit der Ausführung des Canales kann füglich bis nach Vollendung des Baues gewartet werden.

Ausführung der Sperre.

Vor Beginn des Baues ist für die Wasserableitung zu sorgen, entweder durch Herstellung eines ca. 12 *m* langen, $3^1/_2$ m^2 im Querschnitte messenden Tunnels oder eines hölzernen Rinnwerkes, welches über die jetzige Bachsohle hinweggeführt wird.

Der Tunnel würde sammt Zu- und Ableitungsrinne etwa 1200 fl. kosten und böte, abgesehen davon, dass der Arbeitsraum an der Baustelle unbeengt bliebe, auch aus dem Grunde entschiedenen Vortheil, weil in dem Mauerwerk keine Oeffnung belassen werden müsste, deren Schliessung erheblich grösseren Schwierigkeiten unterliegt als die Schliessung des Tunneles.

Im Falle von der Anlage dieses Tunneles abgesehen wird, hat für das Wasserableitungsgerinne eine Oeffnung in der Mauer bestehen zu bleiben, welche, um den Horizontalschub der durchschnittenen Schichten aufnehmen zu können, gewölbartig construiert werden muss, da sonst bei unerwartetem Eintritt von Hochwasser diese Schichten dem Drucke nicht Widerstand leisten könnten und sohin der Bruch des oberen Theiles der Sperre fast sicher zu erwarten wäre.

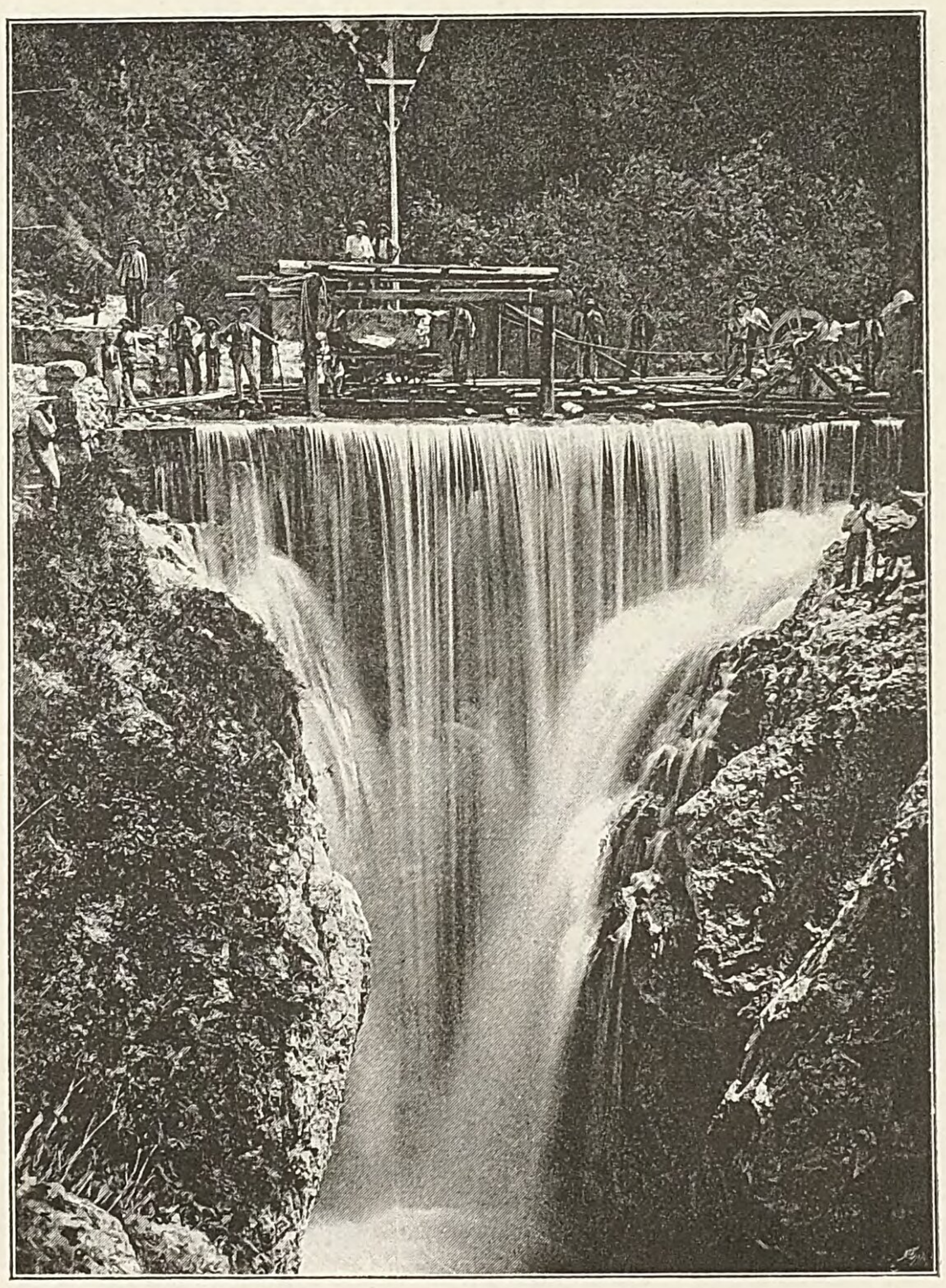
Der Canal wird conform den Gewölbschichten keilförmig angelegt, wodurch die Schliessung desselben vollkommener zu bewerkstelligen ist.

Wenn nicht Rücksicht für die Holztrift bestände, so könnte unter Anbringung eines Gitters diese Oeffnung nach Art der französischen Sperren wohl auch belassen werden.

Die Steine zum Baue werden etwa 200 *m* oberhalb der Baustelle gewonnen. Das Material ist sehr gut, freilich zum grossen Theile von etwas geringer Schichtenhöhe, worauf bei Festsetzung der Preise Rücksicht genommen worden ist.

Die Ausführung sollte in Regie geschehen, da andernfalls eine zu grosse Verzögerung in der Inangriffnahme des Baues eintreten und die rechtzeige Vollendung desselben sehr in Frage gestellt würde.

Fig. 48.



Die Camelli-Thalsperre am Rossbach (torrente Gola).

B. Baubeschreibung auf Grund der wirklichen Ausführung der Terragnolo-Sperre.

Bei der Ausführung des mit h. k. k. Statthalterei-Erlass vom 23. Februar d. J., Z. 517, genehmigten Projectes der Thalsperre von Terragnolo musste man sich mancherlei Aenderungen gestatten, wofür im folgenden die Gründe, welche hiezu Veranlassung gaben, zusammen mit einigen die Zeichnung erläuternden Bemerkungen angeführt werden.

Das ganze Werk besteht:

1. Aus der Sperre selbst;

2. aus einem Canale, der abweichend vom ursprünglichen Projecte nicht allen Triftzwecken genügen, sondern auch als Entlastungscanal den grössten Theil der Hochwassermengen vom Laufe über die Sperre ablenken soll, demzufolge die Dimensionen auch entsprechend vergrössert werden mussten;

3. aus einem Pfeiler, welcher den Zweck hat, das Aufsetzen eines Triftrechens über Sperre und Canal zu ermöglichen.

Was den Canal und den Pfeiler anbelangt, so ergeben sich alle gewünschten Aufschlüsse aus der Zeichnung und wird hinzugefügt, dass der durchwegs sehr harte Felsen die Sprengungsarbeit sehr erschwert hat.

Die Sperre selbst wurde um 3·20 *m* höher erbaut als im Projecte angenommen ist, einestheils deshalb, um die durch den 1·75 *m* tiefen Canal bewirkte Verminderung der Stauhöhe zu paralysieren und weil anderntheils die durch die Erhöhung der Sperre verursachten Mehrkosten kaum grösser sind, als diejenigen, welche durch das tiefere Einschneiden des Canales erwachsen wären.

Durch die grössere Höhe der Sperre ist aber auch die Sicherheit derselben keineswegs gefährdet, da die alte Sperre, welche der neuen als Fundament dient, nach den übereinstimmenden Aussagen verlässlicher Leute mindestens 12 *m* unter das alte Niederwasser reicht und, wie man sich bei der Blosslegung überzeugen konnte, in sehr solider, quadermässiger Weise ausgeführt wurde.

Das Verkleidungsmauerwerk wurde stärker gehalten als projectiert, weil die hiefür verwendeten Steine alle eine geringe Schichtenhöhe hatten und daher die Quadern ein zu geringes Volumen bekommen haben würden. Für die Krone kamen durchgreifende Quadern zur Verwendung. Längere Stücke als mit 2·4 *m* waren wegen Mangels eines eigentlichen Steinbruches — das Steinmaterial wurde nämlich fast ausschliesslich aus grossen Findlingen gewonnen — nicht zu erhalten.

Zum Schlusse seien noch einige Bemerkungen über das Gewölbe gestattet.

Die mit dem eingangs erwähnten Erlasse vorgeschriebene Stärke von 1·6 *m* am Scheitel und 1·9 *m* am Widerlager wurde zu durchgehends 1·25 *m* abgeändert, da mit Herablangen der Projectsgenehmigung alle Wölbsteine bereits vorbereitet waren und es im Hinblick auf die in Bälde zu erwartenden Hochwässer nicht räthlich erschien, die zeitraubende Aenderung durchzuführen. Diese Abweichung erscheint übrigens, abgesehen von der Entlastung durch die solide ausgeführte Untermauerung, um so gefahrloser, als das Verhältnis der Stichhöhe zur Spannweite grösser als im Projecte sich ergibt und als die Belastung des Gewölbes durch die Felsvorsprünge bedeutend verringert wird und trotz der Mehrhöhe von geringerer Grösse erscheint als in der Berechnung zugrunde gelegt ist.

Die Construction sowie die Ausführung des Gewölbes gestaltete sich sehr einfach, indem die innere Laibung der Mantelfläche eines geraden Kreiskegels angehört, dessen Spitze 10 *m* von der Peripherie der mit 5 *m* Radius construierten Leitlinie entfernt liegt.

Die Lagerflächen sind durch die Axe gelegt, die Lagerfugen als Kegelseiten gerade Linien, auf denen die Stossflächen senkrecht stehen. Die Construction der Stirnfugen ergibt sich unter der einstweiligen Annahme, dass das Gewölbe vorne durch die Ebene des Kegelkreises begrenzt sei, aus der Betrachtung, dass dieselben nach dem Punkte A der Axe gerichtet sein müssen. Natürlich sind die hinteren Stirnfugen den vorderen parallel.

Noch einfacher als in den verschiedenen Rissen gestaltet sich die Construction in der Abwicklung und war daher auch die Darstellung der Schablonen, welche auf einem Reisboden geschah, ohne jede Schwierigkeit, umsomehr als bei einfachem Blockverbande sich immer zwei Schichten congruent bleiben, abgesehen von den kleinen Abweichungen im vorliegenden Falle infolge der ungleichmässigen Gewölbetiefe.

In der Abwicklung erscheint die vordere Stirnlinie des Gewölbes, weil Leitlinie des Kegels, wiederum als Kreis mit 10 *m* Radius und ergeben sich die Grundflächen der Steine aus den radialen Linien gegen den Mittelpunkt jenes Kreises.

Um die vorderen Stirnflächen zu erhalten, ziehe man die Strahlen gegen die eingelegten Punkte A, die Linien der hinteren Stirnflächen sind den vorderen parallel.

Indem nun aber die Fläche der Leitlinie als vordere Begrenzung des Gewölbes angenommen wurde, ergäbe sich, dass die Sperre, welche ebenfalls mit 10 *m* Radius construiert ist, an den Seiten um ca. 15 *cm* vor das Gewölbe hinausrücken würde, weshalb man, wie aus der Zeichnung ersichtlich, die Wölbsteine zur Seite um dieses Maass hinausragen liess.

Für die Leere ergäbe sich als Schnittlinie der durch den Scheitel gelegten Verticalebene eine Ellipse, die indessen, ohne die Genauigkeit zu beeinträchtigen, durch einen Kreisbogen substituiert werden konnte.

Durch Aufsetzen eines nach der Leere geschnittenen Winkels und Ziehen der Schnur nach der Kegelspitze war es beim Inswerksetzen möglich, kleinere Fehler in der Bearbeitung zu verbessern.

C. Abrechnung

über die beim Baue der neuen Thalsperre von Terragnolo erlaufenen Kosten.

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
1. Herstellung der Widerlagerfläche zu beiden Seiten der Sperre theils durch Sprengen, theils durch Abarbeitung		500·—
Fürtrag		500·—
Uebertrag		500·—
2. Grundgrabung in grobschotterigem Boden, der von grossen Mengen harten, fast petrificierten Holzes durchzogen war, bei theilweiser Wasserbelästigung 216 m^3, 1 m^3 inclusive Hölzungen des Bodens und des Canales kostet à	1·—	216·—
3. Gewölbmauerwerk aus Quadern, die Fugen mit Portland-Cement ausgegossen, 46·8 m^3, per m^3 à	26·—	1216·80
4. Verkleidungs- und Durchlass-Mauerwerk aus an 5 Seiten angearbeiteten Quadern, die Fugen mit Portland-Cement-Mörtel ausgegossen, 1895·9 m^3, per m^3 à	18·—	3412·62
5. Bruchsteinmauerwerk in Kufsteiner hydraulischen Kalkmörtel, 320 m^3, per m^3 à	10·—	3200·—
6. Hölzerner Wasser-Ableitungscanal, 110 *m* lang, per *m* à	10·90	1200·—
7. Eiserne Bolzen sammt Bohren und Ausgiessen der Löcher, 800 *kg*, per *kg* à	—·50	400·—
8. Ausbesserung des Zambel di mezzo . . .		700·—
9. Eisernes Thor für den dritten Durchlass .		150·—
10. Arbeit des Schliessens der Durchlässe sammt den nöthigen Rüstungen, Herstellung von Flössen, Sand- und Cementsäcken, Ausräumen eines verstopften Durchlasses, Baggerung des Geschiebes zur Freimachung des Einlasses etc., 5 Stück, à	50·—	250·—
11. Pumparbeiten inclusive Anschaffung zweier Handpumpen		150·—
12. Felsencanal zur Entlastung der Sperre, zusammen 1089·9 m^3, per m^3 à	1·40	1512·—
13. Für verschiedene Kleinigkeiten, wie Verstreichen der Fugen mit Portland-Cement, Herstellung einer Brücke und des Fussweges		85·18
Gesammtsumme		13.028·60

65. Capitel.

Die Thalsperre bei St. Colombano.

Diese Thalsperre dient zur Zurückhaltung des Geschiebes aus dem Vallarsa-Thale und ist in einer sehr engen Schlucht in der Nähe des Eremiterkirchleins St. Colombano, oberhalb welcher sich ein ausgiebiges Thalbecken befindet, angebracht. Die Construction der Sperre ist aus Tafel 37 genügend zu entnehmen. Das Querprofil ist nach den Regeln für Stützmauern gerechnet, obwohl schon nach einer Construction nach der Gewölbetheorie mit Rücksicht auf die geringe Spannweite eine genügende Sicherheit vorhanden wäre.

Das Mauerwerk sowohl der eigentlichen Sperre, als des Vorpflasters ist in hydraulischem Kalke hergestellt und mit grossen Quadern verkleidet, die namentlich in dem Fundament mitunter 2 bis 3 m^3 Rauminhalt besitzen.

Eine eigentliche Vorsperre ist, wie aus Tafel 37 zu ersehen ist, bei dieser Sperre nicht vorhanden, obwohl sie nicht auf Fels und verhältnismässig in geringer Tiefe fundiert ist. Zur grösseren Sicherheit wurde auf dem Vorpflaster ein mächtiger Steinwurf angeordnet. Diese Anlage war hier auch darum thunlich, weil bei der Sperre ein seitlicher Entlastungscanal angeordnet wurde, so dass nur bei ausserordentlichen Hochwässern ein geringer Theil des Baches über die Sperrenkrone und dieser auch nur mit verminderter Gewalt zum Absturz gelangen wird. Die Fundamenttiefe beträgt 4·5 *m*, die Sperre selbst ist 14 *m* hoch.

Zur Trockenhaltung der Baugrube und Ableitung des Baches während des Baues diente dieselbe Vorrichtung, wie wir sie bei anderen Thalsperren bereits kennen gelernt haben und wie sie aus Tafel 37 ersichtlich ist.

Der Ableitungscanal hatte eine Breite von 3 *m*, eine Höhe von 1·4 *m* und 7% Gefälle, so dass er Wasseranschwellungen bis zu 20 m^3 per Secunde leicht aufnehmen konnte. Eine Abweichung bot der Ableitungscanal insoferne, als er über dem

Arbeitsraume auf Hängewerken angebracht und nicht von unten gestützt war. Für die Pumpenanlage wurde das Gefälle dieses Ableitungscanales in derselben Weise wie bei der Avisio-Sperre ausgenützt. Auch wurde hier die Herstellung des Ableitungscanales und die Trockenhaltung der Baugrube im Regiewege, der übrige Bau im Wege der Unternehmung bewirkt.

Die Gesammtkosten des Baues betrugen 52.700 fl.

Der Bau wurde im Jänner 1883 begonnen, war im Monate Mai desselben Jahres über das Fundament gebracht und im Herbste 1884 vollendet. (Fig. 47.)

Der Bau dieser Sperre, sowie auch der Terragnolo-Sperre, welche Verfasser während der Ausführung öfters zu besichtigen Gelegenheit hatte, wurde nach dem Projecte und unter der ausgezeichneten Leitung des Herrn k. k. Statthalterei-Ingenieurs Philipp Krapf, dem auch die Mittheilung über die Colombano-Sperre zu verdanken ist, durchgeführt.

Die Ansicht der Sperre während des Baues und nach Beendigung desselben ist aus Fig. 47 zu entnehmen.

X. Abschnitt.

Der torrente Gola (Rossbach).

66. Capitel.

Einleitung.

Dieser Bach wird von den Bewohnern von Folgaria, welche dem sogenannten Sette Communi (den sieben Gemeinden) angehören und deutschen Ursprunges sind, auch Ross-Bach, im Unterlaufe aber meist torrente di Calliano genannt. Dieser Bach ist sehr geschiebeführend und richtete in Calliano wiederholt grosse Zerstörungen an; ausserdem aber lagerte er vieles Geschiebe im Etsch-Flusse ab, so dass man sich im Interesse der Etsch-Regulierung veranlasst sah, dort eine grosse Sammelsperre zu errichten. Diese aus früheren Zeiten stammende Sperre wurde bei Gelegenheit der Elementar-Katastrophe des Jahres 1882 beschädigt, indem ein Theil des Fundamentes weggerissen wurde. Die Sperre selbst, die eine geringe Spannweite hat und gewölbartig zwischen Felsbacken versprengt ist, erhielt sich, trotzdem sie ihres Fusses beraubt wurde, ganz gut, woraus ersichtlich ist, dass sich selbst das Eigengewicht derselben seitlich übertrug.

Im Jahre 1883 wurde die Unterfangung der Fundamente dieser Sperre bewirkt, welche im nachstehenden beschrieben werden soll. Die Sperre führt den Namen „Camelli-Sperre".

67. Capitel.

Die Camelli-Sperre am Rossbach bei Calliano.

A. Beschreibung.

Die Construction der Sperre ist aus Tafel 36 zu entnehmen.

Auch bei diesem Baue wurde der Bach in derselben Weise abgeleitet, wie wir dies bei den anderen Sperren gesehen haben.

Die Fundierung, welche nicht auf Fels geschehen konnte, wurde auf einen Gewölbebogen gesetzt. Da kein seitlicher Entlastungscanal vorhanden ist, wurde vor die Sperre eine doppelte Pfahlwand und ein Steinwurf angeordnet. Am linken Ufer unterhalb der Thalsperre befand sich ein Felsvorsprung, durch welchen bei Hochwasser letzteres abgelenkt und gegen den Fuss der Sperre geworfen wurde, wodurch auch die Beschädigung derselben im Jahre 1882 verursacht worden sein mochte.

Um dies in Hinkunft zu verhindern, wurde dieser Felskopf abgesprengt.

Die Kosten der Reconstruction dieser Thalsperre stellten sich auf 14·000 fl., wie aus dem nachfolgenden summarischen Kostenüberschlage ersichtlich ist. (Fig. 48.)

B. Kostenberechnung

für die Reconstruction der Camelli-Sperre am Rossbach.

	Einzeln fl.	Zusammen fl.
1. Fundamentaushub unter Wasser in Schotterboden untermischt mit grossen Steinen bis zu einer Tiefe von 9 *m* unter die Unterkante des stehengebliebenen Sperren-Mauerwerkes, mit Ausschluss der Trockenhaltung der Baugrube, 502·7 m^3	1·25	628·09
2. Felsensprengung und Anarbeitung der Gewölbekämpfer im Felsen, 111·8 m^3	7·50	838·50
3. Mauerwerk aus Quadern aus Trienter Kalkstein in hydraulischem Mörtel, 170·5 m^3	55·—	9377·50
4. Wasser-Ableitungscanal sammt Einleitung des Baches, Dichtung etc., 100 *m* lang	5·80	580·—
5. Pfahlwand unterhalb der Sperre, zusammen 18 *m* lang	25·—	450·—
6. Steinwürfe in die vom Sperrenmauerwerke nicht eingenommenen Theile der Fundamentgrube und vor der Sperre, 50·8 m^3	5·50	279·40
7. Absprengung des Felskopfes am linken Ufer unterhalb der Sperre, 58·5 m^3	3·20	187·20
8. Verschiedene Arbeiten, die Trockenhaltung der Baugrube, Eisen-Dübel und Bolzen, Grundentschädigungen, Aufsicht etc.		1659·30
Summe		14000.—

IV. THEIL.

Die Etsch in Italien.

XI. Abschnitt.

Allgemeine Beschreibung des gegenwärtigen Flusslaufes.

68. Capitel.

Der Hauptfluss.

Nachdem die Etsch bei Borghetto unweit Ala das Gebiet des benachbarten Königreiches Italien betritt, fliesst sie in süd-südwestlicher Richtung zumeist gut eingebettet, zum Theile auch durch Dämme gegen die Hochwässer geschützt bis zur Felsschlucht, welche unter dem Namen „Veroneser Klause" bekannt ist.

Hohe, fast senkrechte Kalkwände umschliessen hier eng den Fluss, der sich im Laufe der Jahrtausende hier langsam seine Bahn durch den Felsen gesägt.

Unterhalb dieser Stelle bleibt die Etsch in natürlichen Ufern tief eingebettet bis Bussolengo, wo sie in die venetianische Tiefebene tritt und in raschem Bogen ihre Richtung in eine westöstliche verwandelt. Von hier an fliesst die Etsch im allgemeinen in südöstlicher Richtung bis Badia.

Oberhalb Verona hat die Etsch eine mittlere Breite von 130 *m* bei Niederwasser und 190 *m* bei Hochwasser, eine Tiefe von 5 *m* und ein Gefälle von $1 \cdot 44^0/_{00}$.

Die Etsch durchfliesst in einer das Flussregime sehr beeinträchtigenden S-förmigen Curve die alterthümliche Stadt Verona, welche die grösste an ihren Ufern befindliche Stadt überhaupt ist. (Fig. 49.)

Verona wurde von den Euganeern im vierten Jahrhunderte v. Chr. an der Etsch gegründet, zählt gegenwärtig 70.000 Einwohner und ist Hauptstadt der Provinz gleichen Namens mit 317.000 Einwohnern.

Verona ist die stärkste Festung Italiens.

Zur Römerzeit bildete Verona einen Theil der transpadanischen Provinz und wurde von drei grossen Römerstrassen durchzogen, der gallischen Strasse, welche von Turin nach Aquileja, der Postumia, welche von Ligurien nach Illirien und der Claudia Augusta, welche das Etsch-Thal aufwärts über Tirol nach Germanien führte.

Ausser grossartigen Monumentalbauten, wie die Arena und vielen anderen, hat sich bis heute in Verona eine Etsch-Brücke aus der Römerzeit erhalten, welche grossentheils auf Felsen fundiert, in Verbindung mit seitlichen Bewässerungscanälen aus antiker Zeit, den Beweis für die Unveränderlichkeit der Etsch-Sohle an dieser Stelle seit der Römerzeit liefert. Es ist dies die Brücke „Ponte della pietra", deren zwei erste Bögen aus der Römerzeit stammen; sie wurde seither im Jahre 1298 und später im Jahre 1520 durch Fra Giocondo restauriert. (Fig. 50.)

Nach Venturi stammt diese Brücke aus dem zweiten Jahrhunderte n. Chr., vielleicht aber noch aus älterer Zeit.

Liutprandus, ein Schriftsteller des neunten Jahrhundertes, schreibt von ihr: „Fluvius Athesis sicut Romam Tiberis, mediam civitatem Veronam percurrit, super quem ingens marmoreus, miri operis miraeque magnitudinis Pons est aedificatus."

Ausser dieser steinernen Brücke sind in Verona noch zwei andere Steinbrücken aus der Zeit der Scaliger. Es ist dies vor allem eine Brücke von seltener monumentaler Wirkung, der „Ponte di Castell vecchio", dessen grösster der drei Bögen 48·693 *m* misst; sie wurde im Jahre 1354 von dem Scaliger Can Grande II erbaut. (Fig. 51.)

Eine andere Steinbrücke ist weiters der „Ponte Navi" unter Can Signorio im Jahre 1373 erbaut.

Bis zum Jahre 1882, in welchem Jahre sie vom Hochwasser zerstört wurde, bestand noch eine vierte steinerne Brücke, der „Ponte Nuovo", welche im Jahre 1299 unter Alberto I. della Scala erbaut wurde.

Diese sowie eine zweite im Jahre 1882 zerstörte eiserne Brücke wurden seither in Eisen reconstruiert. (Fig. 52.)

Obwohl die Etsch in Verona ziemlich tief eingebettet ist, so überragt doch der höchste Hochwasserspiegel das Niveau der Stadt, so dass etwa zwei Drittel derselben 3 bis 5 *m* unter Wasser gesetzt würden. Gegen diese Ueberschwemmungen sind gegenwärtig grossartige Regulierungs- und Schutzbauten im Zuge, welche im Bereiche der ganzen Stadt beide Ufer betreffen.

Von Chievo, etwas unterhalb Verona, fliesst die Etsch nach Südost und weist bis Zevio häufige und sehr schädliche Flusskrümmungen auf. Diese Richtung behält die Etsch bis Ronco, wobei sie bei Niederwasser 137 *m*, bei Hochwasser 330 *m* breit und im Mittel 3·50 *m* tief ist. Das Gefälle beträgt $1 \cdot 06^0/_{00}$. Von Ronco biegt sich der Fluss nach Süden und ist von Villa Bartolemea bei Albaredo bis zum Meere nun nicht mehr in den eigenen Alluvionen eingeschnitten, wie bisher, sondern zumeist mit seiner Flussohle über das angrenzende Thalgelände bis zu mehreren Metern erhoben. Das Bett ist gewissermaassen schwebend und wird „fiume pensile" genannt. Diese relative Höherlage des Flussbettes hat in der Mitte der hängenden Strecke ihr Maximum (bei Legnago, Badia,

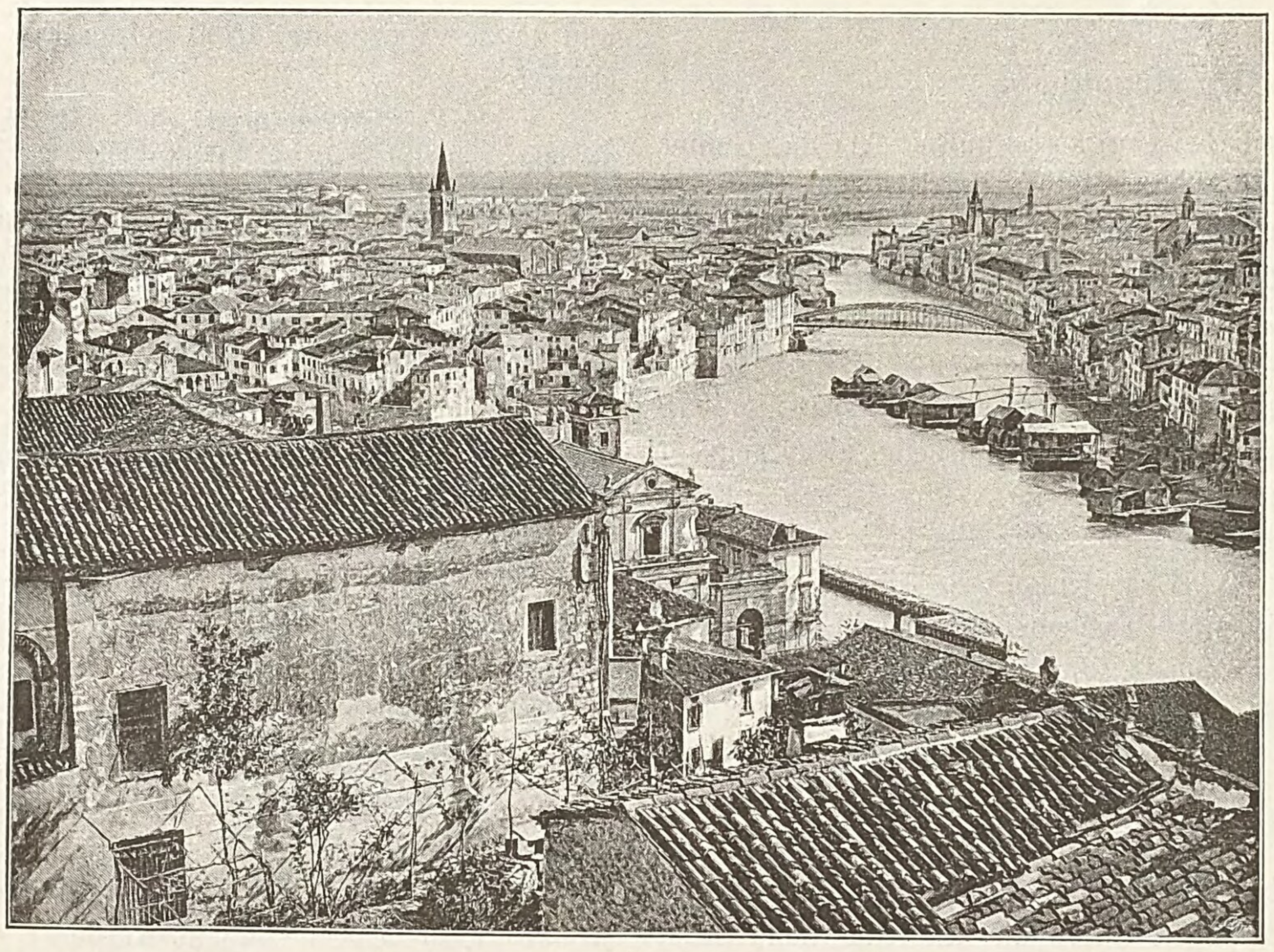
Boara) und verschwindet etwa 30 *km* aufwärts von der Mündung in das Meer bei Fossone.

Die Lage der Stadt Legnago ist eine äusserst bedrohte und war dieselbe im Jahre 1882, in welchem Jahre ein Dammbruch sich gerade unmittelbar oberhalb der Stadt Legnago ereignete, in grösster Gefahr. Diese Gefahr ist umso grösser, als in solchen Fällen die Etsch ihr erhobenes Bett vollkommen verlässt und durch einen Dammbruch nahezu gänzlich entleert wird, im Bette selbst aber nur ganz geringfügige Wassermassen zum Abflusse gelangen.

Die Ursache dieses Dammbruches lag in der ganz widersinnigen Verengung des Etsch-Bettes in der Festung, eine Verengung, welche nunmehr durch ausgiebige Verbreiterung des Bettes, Regulierung der bestandenen Unregelmässigkeiten, schliesslich durch Hebung und Verstärkung der Dämme behoben sein dürfte.[1]

Ein Blick auf die frühere und gegenwärtige Situation ist vollkommen genügend, sich hierüber die grösste Beruhigung zu verschaffen, wovon sich auch Verfasser unter der freundlichen Begleitung des bauleitenden Ingenieurs Herrn Nobile Pace Mutinelli an Ort und Stelle zu überzeugen die beste Gelegenheit hatte.

Fig. 49.



Verona.

Allerdings ist es höchlichst überraschend, von der Höhe der Dämme und der Brücke in Legnago die oberen Stockwerke und Dächer der Gebäude unter sich zu sehen. Wird aber die ausserordentliche Stärke dieser Dämme in Betracht gezogen, deren Krone 8 *m* und sammt der 1·5 *m* unter der Krone angebrachten Rückenberme fast 20 *m* beträgt, so verschwindet dies Gefühl der Unsicherheit vollkommen.

Unterhalb Legnago betritt die Etsch bei der Stadt Castagnaro das Gebiet des sogenannten Polesine; es ist dies das Gebiet zwischen den Flüssen Etsch und Po, welches in der Mitte vom Tartaro-Canalbianco-Po di Levante und zahlreichen Canälen durchflossen wird und welches zu den hydrographisch interessantesten und compliciertesten Gebieten der Welt gehört.

An diesem Stück Erde hat die italienische Hydraulik die schwierigsten Probleme gelöst und ihr ist es trotz unsagbarer Widerwärtigkeiten gelungen, aus diesem den Zerstörungen und Versumpfungen unterlegenen Gebiete eine hochcultivierte Gegend zu schaffen.

Unterhalb der Stadt Castagnaro befindet sich am rechten Flussufer die im Jahre 1838 definitiv abgebaute, beziehungsweise gesperrte Schleusse, durch welche die grössten Hochwässer der Etsch seinerzeit in den Entlastungscanal „Castagnaro“ geleitet wurden.

Dieser Canal, an welchem der berühmte Hydrauliker Paleocapa nach langem Kampfe mit seinen Widersachern, besonders dem Hofbaurathe Wiebeking, die Schädlichkeit der Entlastungscanäle überhaupt in glänzender Weise bewies, ist nun als solcher vollkommen aufgelassen und dient nur als Schiffahrtscanal.

Die Etsch fliesst von hier weiter nach Villa d'Adige, welchem Orte gegenüber am linken Ufer Castelbaldo liegt.

Hier machte einst der Fluss zwei sehr schädliche Windungen, welche im Jahre 1842 durch die beiden Durchstiche von Villa bona (alter Name von Villa d'Adige) und von Castelbaldo reguliert worden sind.

Weiter unterhalb befand sich am rechten Ufer ein zweiter Entlastungscanal, der „Canal Malopera“, welcher ebenfalls vollkommen aufgelassen ist. Von hier fliesst die Etsch zur Stadt Badia-Polesine, von wo sie eine östliche Richtung verfolgt. Unmittelbar vor Badia-Polesine zweigt sich vom rechten Ufer der Schiffahrtscanal „Naviglio Adigetto“ ab, welcher ebenfalls einst als Entlastungscanal diente, jetzt aber nur soviel Wasser aus der Etsch durch eine Schleusse erhält, als für die Schiffahrt nothwendig ist.

Unterhalb Badia sieht man die Spuren zweier Serpentinen bei „Rocche Marchesane,“ welche mittelst zweier Durchstiche im Jahre 1678 abgeschnitten worden sind. Von hier fliesst die Etsch weiter gegen Osten nach Piacenza, diese Stadt links lassend; auch hier wurde die früher bestandene fehlerhafte Serpentine im Jahre 1678 durch einen Durchstich abgekürzt.

Von hier fliesst die Etsch etwas nach Nordosten, dann zurück nach Südosten, den Ort Balduina links lassend und erreicht mit leichten Schwingungen das am selben Ufer gelegene „Rotta Sabadina“, eine Stadt, welche ihren Namen vom seinerzeitigen Dammbruche und Entlastungscanale hat.

Weiters erreicht sie Barbone und am rechten Ufer Barbuglio, Lusia und Concadirame, Städte, die durch grosse Dammbrüche zu traurigen Berühmtheiten geworden sind. Bei letzterer Stadt wurde im Jahre 1842 die Dammzurückziehung (ritiro), beziehungsweise Flusserbreiterung von Zacco und Barducchi ausgeführt.

Mit leichter Biegung nach Nordosten erreicht die Etsch die Stadt Boara, dieselbe in der Mitte durchfliessend, wo im

[1] Pace Mutinelli e Giov. Bernabei, Ingegneri del Genio Civile: „Sistemazione del Fiume Adige e costruzione di un ponte in ferro a Legnago.“ Roma 1890.

Jahre 1842 am linken Ufer der Durchstich „della Chiesa" ausgeführt wurde.

Wenig unterhalb wurde im Jahre 1845 die Dammzurücksetzung Vianova und ca. 1 *km* unterhalb St. Martino, welches am rechten Ufer liegt, im Jahre 1784 der Durchstich „della Volta Morosini" ausgeführt.

Nachdem die Etsch am linken Ufer Anguillara und Borgoforte liegen lässt, fliesst sie westöstlich nach Cavarzere.

Diese äusserst fehlerhafte Flusstrecke wurde zwischen dem genannten Borgoforte und der Stadt Beverare im Jahre 1848 durch den Durchstich von Camponovo und mit den berühmten Durchstichen, welche die venetianische Republik im Jahre 1783 in den vier Serpentinen von Pettorazza, Marice, Oca und Fasolo (auch Bisato genannt) reguliert.

In dieser Flusstrecke liegen am rechten Etsch-Ufer die zwei Städte Pettorazza Papafava und Pettorazza Grimani, welche vor der Ausführung der genannten Durchstiche am linken Etsch-Ufer lagen und weiters am rechten Ufer Rottanuova.

Weiter am rechten Ufer ist die Salvadega-Strasse in der Nähe des Ortes, wo bis zum Jahre 1760 der Canal Adigetto in die Etsch mündete, und welcher Bocca di Lezze genannt wurde.

Nun folgt zu beiden Seiten der Etsch die Stadt Cavarzere, worauf sich der Fluss sanft nach Südost zur Schleusse in Tornova beim „Canal di Loreo" wendet. Auch diese Strecke wurde im Jahre 1845 durch die Dammzurücksetzung von Anconetta, im Jahre 1749 mit den Durchstichen von Viola und Rivoltante und im Jahre 1842 mit dem Durchstich von Malipiera corrigiert.

Nachdem der Fluss die Stadt St. Pietro links und den Canal Loreo rechts liegen lässt, biegt er sich in sanfter Curve nach Nordost und communiciert mittelst der Schleusse „Cavanella d'Adige" mit dem „Canal delle Valle" und durch diesen mit dem Brenta-Fluss, welcher bei Brondolo in das adriatische Meer mündet.

Dann biegt sich die Etsch nach Norden, wo in der Nähe von St. Anna am linken Ufer neuerdings ein Canal, der „Canale della Busola" von der Etsch abzweigt und in die Brenta nicht weit von ihrer Mündung bei Brondolo einmündet. Nun wendet sich der Fluss schliesslich nach Osten und fliesst, nachdem er bei Fossone eine Insel bildet, in das adriatische Meer beim „Porto di Fossone". Von Castagnaro bis zum Meer misst die Etsch-Länge $70^1/_2$ *km*.[1] In dieser Strecke ist das Etsch-Bett zumeist schwebend (fiume pensite), das heisst höher gelegen, als das umliegende Thalgelände.

Die letzte Strecke der Etsch von Badia bis zum Meere ist bei Niederwasser 155 *m*, bei Hochwasser 301 *m* breit, bei gewöhnlichen Wässern 5 *m* tief und besitzt ein Gefälle von 0·09 *m* und eine Geschwindigkeit von 0·94 *m* per Secunde.

69. Capitel.

Die Seitenzuflüsse der Etsch in Italien.

Zwischen Borghetto und Ossenego links und Mamma di Belluno rechts tritt die Etsch ins Venetianische und erhält rechts den „Progno di Bellun" und den „Progno di Bertin," welche grosse Geschiebemassen führen, weiters zwei kleinere Progni zwischen Incanale und Rivoli, einen anderen wenig oberhalb la Sega, fünf Seitenbäche zwischen S. Rocco und Ponton, wo der Tasso einmündet, der von oberhalb Caprino kommt, worauf die rechtsseitigen Zuflüsse abschliessen, indem der Bussè-Bach, welcher früher etwas oberhalb Legnago die Wässer der „Valli Veronesi" in die Etsch führte, gegenwärtig nicht mehr in diese, sondern in den Tartaro mündet.

Fig. 50.



Die Römerbrücke „Ponte di pietra" in Verona.

Am linken Ufer erhält die Etsch drei kleine Bäche bei Peri und Ossenego. Weiters die folgenden weitaus grösseren Zuflüsse, nämlich den „Progno di Fumane", welcher unterhalb Settimo einmündet und massenhaftes Geschiebe aus dem Inneren des Val Policella führt, den Progno von Maran und von Negrar, welche sich bei Quarto vereinigen und mit dem Nassar in die Etsch einfliessen, weiters der „Vaggio di Borago" und der Vaggio, welcher bei Cola vorbeifliesst, welche sich vereinigen und zwischen Quinzano und Aveza in die Etsch münden.

Alle diese Seitenzuflüsse münden in die Etsch oberhalb Verona.

Unterhalb Verona sind dann nachfolgende Bäche:

Der „Progno di Val Pantena", ein äusserst schädlicher Wildbach, welcher seine Geschiebe nicht bis zur Etsch bringt, sondern in den Feldern ablagert und in unendlich vielen kleinen Wasserläufen den Namen verliert; der Fibio, ein perennierender wasserreicher Zufluss, welcher von Montorio, nordöstlich von Verona kommt und den Antenal erhält; weiters zwischen Zevio und Belfiore der „Progno di Mezzani" mit dem „Progno d'Illasi" und di Barbiera, welche etwas unterhalb des Fibio einmünden, schliesslich der letzte und der bedeutendste italienische Zufluss der Etsch, der „Alpone", welcher aus den Bergen nordwestlich

[1] Bocchi, Trattato.

von Valdagno entspringt, bei Niederwasser 18 *m* breit und sehr tief ist.

Er nimmt die Bäche Tronega, Massara und den Chiampo auf, sowie den Fiumicello. Der Alpone ist 38 *km* lang und hat ein Niederschlagsgebiet von 228 km^2.[1]

70. Capitel.

Der Tartaro-Canalbianco-Po di Levante.

Der Tartaro ist ein selbständiger Fluss, welcher im weiteren Verlaufe den Namen Canalbianco und im letzten Zweige vor der Einmündung in das Meer den Namen Po di Levante annimmt.

Er durchfliesst das Terrain zwischen Etsch und Mincio und weiter abwärts dasjenige zwischen Etsch und Po und ist die Hauptentwässerungsader des Landes zwischen Po und Etsch, des sogenannten Polesine.

Seine mit den Wechselfällen der Etsch und des Po innig verknüpfte Geschichte, sowie die grosse Anzahl Verbindungscanäle, die zwischen ihm und den benachbarten Flüssen Etsch und Po die Verbindung herstellen, machen es zum Verständnisse der Wasserverhältnisse der Etsch unbedingt nothwendig, die Lage und die Function des Tartaro genau zu kennen.

Der Tartaro entspringt als kleiner Fluss zwischen Povegliano und Isola alta im Bezirke Villafranca der Provinz Verona; in südöstlicher Richtung fliesst er über Isola della Scala, Nogarè und Gazzo bis zur Einmündung des Tione von wo er sich nach Ost wendet, die „Valli grandi Veronesi" durchfliesst und in das „Polesine" bei Canda eintritt.

Hier, wo er einst die Wässer aus den früher bestandenen und seither aufgelassenen Entlastungscanälen von Castagnaro und Malopera, die durch Etsch-Durchbrüche entstanden sind, aufgenommen hatte, verliert er den Namen Tartaro nach einem Laufe von 81 *km* und nimmt denjenigen von „Canalbianco" an.

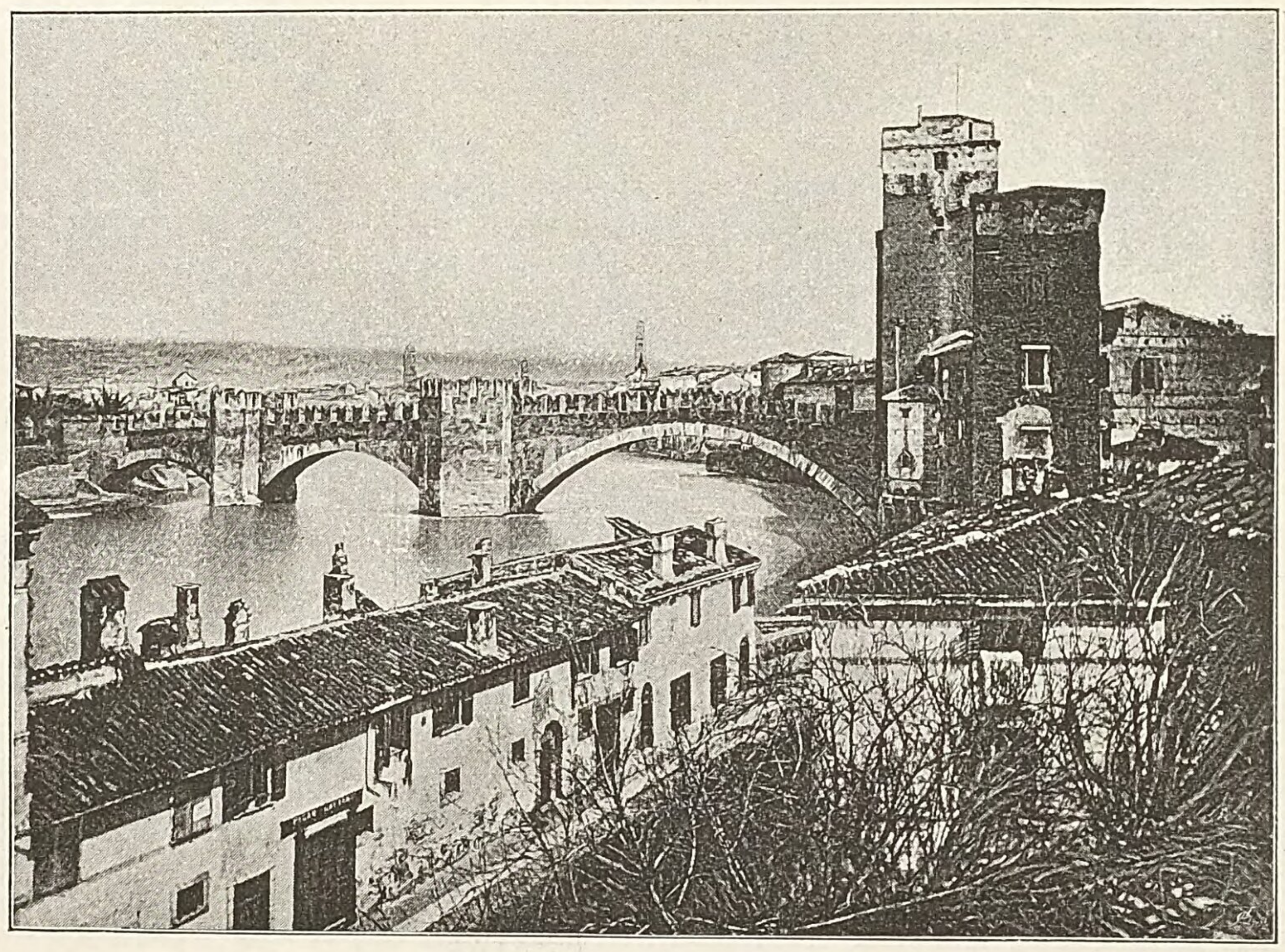
Der Canalbianco fliesst in östlicher Richtung. Bis Bosaro heisst er „Canalbianco superiore." Bei Bosaro kann der Canalbianco durch einen Entlastungscanal an seinem rechten Ufer, die sogenannte „Fossa Polesella" in den Po-Fluss geleitet werden, wenn ein nicht allzu hoher Wasserstand des letzteren es gestattet. In diesem Falle wird die bei Bosaro quer über den Canalbianco erbaute Schütze gesperrt und die Schleusse am linken Ufer des Po bei Polesella geöffnet. Ist jedoch der Wasserstand des Po ein hoher, so muss die Schleusse von Polesella geschlossen werden, weil sonst die ganze Gegend durch den Po überschwemmt würde; es muss dann auch selbstverständlich die Schleusse des Canalbianco bei Bosaro, welche unmittelbar unter der Fossa Polesella angebracht ist, geschlossen worden, um den Wässern des Canalbianco den freien Ablauf bis in das Meer zu verschaffen.

Von Bosaro ab bis zur Einmündung in das früher bestandene Bett eines seither abgeleiteten Po-Armes, des sogenannten „Po di Levante" bei Retinella, heisst der Canalbianco auch Canalbianco inferiore.

Von da ab bis zum Meere heisst er Po di Levante.

Die Gesammtlänge des Tartaro-Canalbianco-Po di Levante beträgt 168 *km*. Sein Gefälle beträgt im Tartaro superiore 0·17 *m* per Kilometer, von der Bastion St. Michele bis Torreta 0·085, von da bis Canda 0·093, von da bis zur Fossa Polesella 0·074 *m* per Kilometer.

Fig. 51.



Die Scaliger-Brücke „Ponte del Castelvecchio" in Verona.

71. Capitel.

Die Seitencanäle der Etsch.

Es sind dies nachfolgende Canäle:

a) Der Adigetto. Er entstand durch einen Dammbruch der Etsch, wurde lange Zeit vom Schwerwasser der Etsch dermaassen gespeist, dass er ein grosser Fluss war, später wurde die Durchbruchsöffnung verbaut, so dass er nur als Entlastungscanal diente. Gegenwärtig ist er nur Schiffahrtscanal und dient auch zur Entwässerung der Grundstücke. Er mündet nach einem sehr langen westöstlichen Lauf in den Canalbianco bei Punta Stramazza.

b) Der Scortico. Er entstand durch einen rechtsseitigen Durchbruch des Adigetto bei Villanova del Ghebbo, durch welchen die Wässer des Adigetto in den Canalbianco abflossen.

Wie viele derartige Durchbrüche diente auch er als Entlastungscanal des Adigetto. Die Durchbruchsöffnung wurde jedoch, als man sich von der Schädlichkeit derartiger Entlastungen überzeugte, endgiltig geschlossen, von welchem Zeitpunkte ab der „Canale Scortico" lediglich als Schifffahrtscanal zwischen Villanova del Ghebbo und Villa Marzana dient.

c) Die Fossa Polesella verbindet den Canalbianco mit dem Po in der Strecke zwischen Arqua Polesine am Canalbianco und Polesella am Po.

Die Einrichtung der Schleussen bei Polesella und Bosara behufs Entlastung des Canalbianco in den Po wurde bereits besprochen.

[1] Bocchi: „L'Adige".

d) Die „Cavanella di Po" verbindet den Canalbianco in seiner untersten Strecke mit dem Po und bildet eine ganz kurze, aber sehr wichtige Schiffahrtsverbindung.

e) Der „Canal die Loreo" verbindet den Po di Levante mit der Etsch. Auch er war einstens ein Entlastungscanal, dient jedoch gegenwärtig nur für die Schiffahrt.

Ausserdem besteht eine grosse Anzahl kleinerer Entwässerungsgräben, die alle mittelbar oder unmittelbar in den Canalbianco einmünden.[1]

[1] Bocchi.

XII. Abschnitt.

Geschichte des Etsch-Flusses und seiner Regulierung in Italien.

72. Capitel.

Der Etsch-Lauf in vorhistorischer Zeit.

Es scheint, dass in vorhistorischer Zeit der Etsch-Fluss grösser war und in einem höheren Niveau floss, als dies heute der Fall ist, ein Umstand, welcher im Einklange stehen würde mit dem höheren Stande des adriatischen Meeres, welcher vermuthlich die Terrassen, die den Po vom oberen Laufe bis zur Oglio-Mündung begleiten, verursacht hat.

Fig. 52.



Verona. Neue Brücke.

Die Zeit dieses höheren Niveaus des Meeres und der Etsch wird im Sinne der Schmick'schen Theorie über die secularen Perioden der Schwankungen des Meeresspiegels um das Jahr 9250 v. Chr. vermuthet, um welche Zeit diese seculare Flut am Nordpol gestanden sein soll. Um diese Zeit scheint sich die Etsch, welche aus Südtirol herabfloss, bei Roveredo in Tirol in zwei Arme getheilt zu haben, von denen der östliche, also linke Arm die Veroneser Klause passierte, während sich der zweite, westliche, rechte Arm durch das Lobbio-Thal in das Sarca-Thal, wo vor der Eiszeit der Garda-See noch nicht bestand, ergoss und sich mit dieser zu einem mächtigen Strome vereinigte. Beide Arme der Etsch, welche also den jetzigen Mincio einschloss, vereinigten sich unterhalb des jetzigen Lago di Garda, die Stadt Verona östlich lassend und flossen vereint über Peschiera und Mantua selbständig nach Osten ins Meer.[1]

In späterer mythologischer Zeit muss aber doch die Etsch nur ein Nebenfluss des Po geworden sein, welcher einen Arm nach Nordosten von Mantua nach Padua entsandte und in der Gegend der heutigen venetianischen Lagune ins Meer mündete.

Die argonautischen Sagen von der Bernstein-Inseln, welche an der Einmündung des Po gelegen haben sollen, in Verbindung mit den vulcanischen Producten der Colli Euganei deuten darauf hin.

Nach dieser Hypothese, welcher sich auch Lombardini anschliesst, mündete in diesen Arm des Po in uralter Zeit die Etsch bei Este, welches eben nach dem Namen des Flusses (Athesis) seinen Namen „Atheste" erhalten haben soll.

Dieser Stand dauerte solange bis die Etrusker, um die von ihnen gegründete Stadt Adria und die Lagunen von Adria vor Zerstörung und Versandung zu sichern, den Po nach Süden ableiteten, wodurch der letztere einen Arm nach Volano, den anderen in die Lagune von Comacchio entsandte und an jenen Stellen in das Meer mündete, die von Polibius und Plinius beschrieben sind.

Polibius, welcher diese Länder etwa 150 Jahre v. Chr. besuchte, liess eine Beschreibung derselben zurück; nach ihm kamen Strabo und Plinius. Auf Grund der Schriften dieser Autoren schliesst Bocchi, dass etwa drei Jahrhunderte vor der trojanischen Aera der Hauptarm des Po bereits der „Eridanus" war, welches dem heute verlassenen Bette des ehemaligen Po di Primaro entspricht, in welches gegenwärtig der Fluss Reno eingeleitet wurde.

Durch den grossartigen Plan der Etrusker, welcher seinesgleichen in späterer Zeit nicht fand, wurde der Po in mehrere Arme getheilt und in die Lagunen geführt, ausserdem aber mit transversalen Canälen verbunden.

Hier treten wir schon in die eigentliche historische Zeit des Etsch-Flusses.

[1] Filiasi Jacopo Co: „Memorie storiche de' Veneti primi e secondi". Venezia, Modesto Fenzo 1794—1798. Die grösste Auflage dieses berühmten Werkes erschien in Padua, Tipogr. Seminario 1811—14. (Citirt in Bocchi).

73. Capitel.

Der Etsch-Lauf in historischer Zeit.

Plinius[1] findet die Etsch bereits bei Brondolo in das Meer als selbständigen Fluss einmündend. Damals floss jedoch die Etsch nicht wie heute über Verona, sondern liess diese Stadt östlich liegen, floss sodann nahezu im gegenwärtigen Flussbette bis Cucca bei Albaredo, von wo an sie nicht, wie dies heute der Fall ist, nach Legnago und Fossone, sondern in einer wesentlich verschiedenen Richtung über Montagnana (Mons Aneianus), Saletto und Monselice floss; hier theilte sie sich in zwei Arme. Ein Arm floss über Bovolenta in die Sümpfe des Brenta, von wo er viel näher an Padua, als an Adria in das Meer einmündete; der zweite grössere Arm floss über Conselve, Pontecasale in die Lagune von Chioggia und bildete den Hafen von Brondolo, in welchen erst später die Brenta und der Bacchiglione eingeleitet wurden.[2]

Eine Beschreibung dieses antiken Etsch-Laufes gibt Isidorio Alessi.[3] Es sind hier besonders bemerkenswert die sogenannten „Lupie“ von Montagnana und Saletto. Es ist dies ein Terrainstreifen von der Breite, wie sie der Etsch-Fluss heute hat, welcher sich durch 6 Miglien von Montagnana bis Villancône hinzieht. Dieses Terrain war nicht nur stets ganz unfruchtbar, sondern überhaupt nicht in Privatbesitz genommen, bis der Magistrat von Venedig, um es in Cultur zu setzen, es an Private verlieh. Diese „Lupie,“ mit welchem Namen man in der dortigen Gegend überhaupt unfruchtbare und uncultivierte Gründe bezeichnet, zeigen wenig unter der Oberfläche den charakteristischen Sand des Etsch-Flusses, der glimmerig ist und sich vom kalkigen Sand der Brenta und des Bacchiglione leicht unterscheiden lässt.

An verschiedenen Stellen sieht man diese „Lupie“ von einer Erhebung flankiert, die dieselben überragt und lassen sich auch unverkennbare Spuren alter Dämme sicherstellen.

Diese Erscheinungen findet man längs des ganzen antiken Laufes und ist gewissermaassen vom Vater auf den Sohn noch die lebendige Tradition übergangen und bis heute erhalten, dass dies das alte Etschbett sei, worüber auch mit Rücksicht auf historische Zeugnisse und den Umstand, dass hier unmöglich ein anderer Fluss sein Bett haben konnte, gar kein Zweifel herrscht.

In späteren Jahrhunderten bis zum sechsten Jahrhunderte muss dieser antike Lauf der Etsch vielfache Aenderungen erfahren haben, denn Lombardini fand aus dem Studium des Terrains und des Bodens sechs solcher Flusslaufänderungen, welche auch mit vielen historischen Ereignissen im Einklange stehen. So ist es bekannt, dass im Jahre 552 die Gothen die Dämme der venetianischen Flüsse unterbrachen, um den berühmten Marsch des Narses aufzuhalten.

Im Jahre 589 n. Chr. ereignete sich am 17. October der folgenschwerste aller Durchbrüche der Etsch, der allbekannte Durchbruch gegen das rechte Ufer bei Cucca zwischen Cologna und Albaredo, wodurch die Etsch ihren Lauf vollständig änderte und anstatt nach Este nunmehr südlich gegen Legnago floss, welchen Lauf sie im grossen und ganzen bis heute beibehielt.

Die Ueberschwemmung des Jahres 589 n. Chr., von welcher Paulus Diaconus, der Geschichtschreiber der Longobarden,[1] eine ausführliche Beschreibung lieferte, und von welcher in einem folgenden Capitel die Rede sein soll, war allem Anscheine nach das weitaus grösste und furchtbarste Elementar-Ereignis, welches sich in historischer Zeit im Etsch-Thale und der venetianischen Ebene überhaupt zugetragen hat.

[1] Hist. Nat. III.

[2] Bronziero Giangirolamo: „Istoria dell' origine e condizioni de'luoghi principali del Polesine di Rovigo“. Venezia. Domenico Occhi 1736. (Bocchi.)

[3] Isidorio Alessi: „Antichità di Este“.

[1] Procopius: De bello goth. III. — Filiasi, Veneti primi e secondi, Padova 1812. (Bocchi.)

Durch diesen Ausbruch der Etsch gelangte der grösste Theil des Flusses in das Polesine-Gebiet, wodurch der Tartaro und die uralten Filistinischen Gräben vielfach gestört und versandet, anderseits aber die dort bestehenden Sümpfe colmiert worden sind. Diese Ueberschüttung mit dem unfruchtbaren Etsch-Sand wäre für das Polesine verhängnisvoll geworden, wenn nicht auch durch Ueberschwemmungen des Po lehmige Bestandtheile hinzugekommen wären.

Der neue Etsch-Lauf bildete sich langsam im Laufe der nächsten zwei Jahrhunderte vollkommen aus und nahm den Namen Chiròla nach einem früheren Graben, der Fossa Chiròla, an. Es scheint, dass der Tartaro in den untersten Theil der Chiròla mündete.

Die Etsch mündete nun nicht mehr bei Brondolo, sondern bei Fossone ins Meer, welcher Name von der Einmündung der erwähnten Gräben „Fossones Philistinae“ abstammt.

Die Sage schreibt diesen Durchbruch der Mitwirkung des in Verona residierenden Autari, Königs der Longobarden zu, und begründet die Wahrscheinlichkeit dessen mit dem Umstande, dass die Longobarden Kriege mit dem Exarchat von Ravenna führten, denen Adria und das Polesine unterstanden. Die Glaubwürdigkeit dieser Sage wird jedoch bestritten, da ein so furchtbares Ereignis, wie dasjenige vom Jahre 589 andere Erklärungen als die meteorologischen wohl unnöthig und unglaubhaft macht.

Im Jahre 950 ereignete sich ein neuer denkwürdiger Durchbruch der Etsch gegen das rechte Ufer bei Pizzone, einer dort bestehenden Häusergruppe, wo später Badia-Polesine erstand. Die Wässer überschwemmten wieder das ganze sumpfige Gebiet zwischen der Chiròla und dem Po, sammelten sich im Laufe der Zeiten zu einem geeinigten Wasserlauf, der von der Durchbruchsstelle ausgehend einen zweiten Arm der Chiròla (Haupt-Etsch) bildete. Beide Arme wurden zuerst Chiròla genannt, doch wurde der ältere, obere immer mit dem Beinamen vecchio (der alte) = veclo, vetere, flumen vetus oder einfach flumen belegt.

Als sich der durchgebrochene Flussarm bereits eingebettet hat, wurde er „Athesis“ genannt, zum Unterschiede von der eigentlichen Etsch, welche weiter Chiròla hiess.

Offenbar wäre der neue Arm zum Hauptarm des Flusses geworden, wenn nicht menschliche Kunst eingegriffen hätte und die Durchbruchsstelle nicht befestiget und mit Theilungswerken versehen worden wäre.

So wurde aus der Athesis, die einst schon weit grösser war, als die jetzige Etsch, im Laufe der Zeit bloss eine Abzweigung mit kleinerer Wassermenge, welche auch demgemäss „Adigetto“ benannt wurde. Seit 1519 wurde die Durchbruchsstelle geschlossen und wird der Adigetto gegenwärtig nur als Schiffahrts- und Entwässerungscanal verwendet. Diese älteren Namen der beiden Arme blieben bis zum 15. Jahrhundert, der Name Adigetto taucht erst im Jahre 1519 zum erstenmale auf.

Im Jahre 1000 entstand am rechten Etsch-Ufer ein Durchbruch, durch welchen ein Durchriss des Adigetto nach rechts veranlasst wurde, so dass sich bei Villanova del Ghebbo der Canal Scortico bildete, welcher als Entlastungscanal des

[1] Paulus Diaconus: „Monumenta Germaniae Historica, Scriptores rer. Longob. et Italicar. Saec. IV.—IX.“ Hannover 1878.

Adigetto dient, jetzt aber nur zu Schiffahrtszwecken verwendet wird.

Bald treten auch schon bestimmte Nachrichten über Eindämmungen der Etsch auf. Schon im Jahre 1236 wurde in Padua ein Gesetz erlassen, welchem zufolge die Flussdämme dermaassen angelegt werden mussten, dass sie von den grössten Hochwässern nicht überströmt werden durften. Um dies Ziel zu erreichen, sollten die Dämme mindestens 20 Fuss hoch und 12 Fuss breit gemacht werden. Schon in sehr alten Zeiten muss auch das Etsch-Bett an denjenigen Stellen, an denen es heute höher liegt, als die anstossenden Gründe, erhoben gewesen sein, denn Zendrini[1] hat durch einen Absatz der handschriftlichen Chronik des Gattari nachgewiesen, dass alle Grundstücke am rechten Etch-Ufer in der Umgegend des Castagnaro mindestens seit dem Jahre 1387 ihre Entwässerung nicht gegen die Etsch hatten, sondern dass die Wässer aus diesem Gebiete mit Hilfe eines Canales, welcher am Fusse des Dammes angelegt war, in die weiter entlegenen Sümpfe geleitet wurden.

Zendrini schliesst diese Beschreibung des alten Standes mit der Bemerkung:

„Aus dieser Beschreibung ist es vollkommen klar, dass „die Etsch schon seit jener Zeit die Abflüsse der umliegenden „Grundstücke nicht aufnehmen konnte, und man kann sich „wohl denken, dass es keine kleine Zeit ist, seit welcher die „Etsch bereits ihre Sohle und ihren Wasserspiegel gehoben „hat.“[2]

Im vierzehnten Jahrhunderte entstand auch auf der linken Seite der Etsch, etwa in der Mitte zwischen Badia und Boara, ein Durchbruch, welcher als Entlastungscanal belassen wurde; es ist dies die Rotta Sabbadina, welche nach Bronziero ihren Namen daher hat, dass sie an einem Samstag entstanden ist.

Dieser Canal vermittelte die Verbindung mit dem Bacchiglione, wurde aber zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts mit mehreren anderen derartigen als schädlich erkannten Entlastungen endgiltig abgesperrt.

Im Jahre 1391 durchstach der Florentiner General, Giovanni Acuto, die Etsch-Dämme bei Legnago, so dass das ganze Etsch-Bett trocken gelegt wurde, worauf er den Fluss mit seiner Armee trockenen Fusses überschritt.[3]

Im Jahre 1404 durchstachen die Venetianer den Etsch-Damm bei Anguillara auf der linken Seite zum Nachtheil der Carraresen.

Die Dammbrüche häuften sich beträchtlich zu dieser Zeit und wurden oft jahrelang offen gelassen. Um das Jahr 1419 bis 1429 waren sämmtliche Dämme in einem beklagenswerten Zustande, daher auch das ganze Land stets überschwemmt und versumpft war. Hiezu trug auch viel die damals herrschende furchtbare Pest bei, während welcher die so nothwendige Instandhaltung der Dämme und die Wiederherstellung beschädigter Strecken vollkommen vernachlässigt wurde.

Im Jahre 1438 entstand eine gewaltige und folgenschwere Veränderung an der Etsch, indem im September dieses Jahres auf der rechten Seite oberhalb Badia zwei Einbrüche der Etsch stattfanden, nämlich bei Malopera und bei Castagnaro.

Der Durchbruch von Malopera blieb nach dem damaligen Brauch als Entlastungscanal zwischen der Etsch und dem Adigetto, wurde aber Ende des sechzehnten Jahrhunderts geschlossen und nur als Schiffahrtscanal behalten.

Bedeutungsvoller noch war der Durchbruch von Castagnaro, durch welchen fast die ganze Etsch in das Gebiet zwischen ihr und dem Po eindrang und die ganze Gegend durch Zerstörung des Tartaro-Bettes, welches den einzigen Abfluss derselben bildete, in einen Sumpf verwandelte. Die Spuren des alten Tartaro und sämmtlicher Canäle für die Entwässerung sind hiedurch ganz verloren gegangen. Diese bejammernswerte Periode dauerte bis zum Jahre 1493, zu welcher Zeit die Bevölkerung, aufgemuntert durch die Herren von Este und die venetianische Republik, wieder an die Ausführung der nothwendigsten Wasserbauten Hand anlegte, indem sie von Canda herab Dämme errichtete, um das Land vor den stagnierenden Wässern und den Ueberflutungen der Etsch, die sich in drei Arme, die Chiròla, den Adigetto und den Durchbruchsarm spaltete, zu schützen; diese Dämme wurden nach und nach bis Polesella fortgesetzt und auf diese Weise ein ganz neues Bett für den Canal bianco geschaffen. Dieses Bett, sowie die Fossa Polesella und der neu entstandene Arm zwischen Etsch und Canal bianco von Canda bis Castagnaro, der Canal Castagnaro, wurden eingedämmt.

Der letztere blieb fortan durch mehrere Jahrhunderte der grösste Entlastungscanal der Etsch und gelangte als solcher zu einer traurigen Berühmtheit, gleichzeitig aber auch zum wichtigsten Versuchsobject der modernen italienischen Hydraulik, bis es den Bemühungen Paleocapa's gelang, denselben im Jahre 1838, also erst vier Jahrhunderte nach entstandenem Durchbruche, zu schliessen.

Im Jahre 1493 gelegentlich eines neuen Durchbruches bei Badia wurde die Aufmerksamkeit auf den jetzigen Adigetto gelenkt, welcher inzwischen ein weit grösserer Fluss geworden war, als die alte Etsch. Es wurde daher, um ein vollständiges Ausleeren der alten Etsch in den Adigetto zu verhindern, an der Theilungsstelle ein hölzernes Werk errichtet, welches im Jahre 1603 in Stein reconstruiert wurde. Es heisst die Boara Badia.

Im Jahre 1504 beschäftigte sich die Regierung Venedigs zum erstenmale mit der Ausmündung des Castagnaro aus der Etsch, indem die letztere ganz in den Castagnaro abzufliessen drohte und die venetianische Regierung ein grosses Interesse hatte, die Schiffahrt auf der Etsch zu erhalten.

Es wurde daher ein hölzerner Verbau an der Mündung hergestellt, durch welchen die Etsch nur bis zu gewissen niederen Wasserständen in ihrem Bette erhalten wurde, während die Hochwässer grossentheils durch den Castagnaro abflossen.

Gleichzeitig wurde die Boara Badia reconstruiert, eine Wehre an der Ausmündungsstelle des Scortico aus dem Canal bianco errichtet, die Rotta Sabbadina und andere Entlastungscanäle der Etsch wurden reguliert.

Im Jahre 1545 untersuchte Giovanni Carrara im Auftrage der venetianischen Regierung den Castagnaro und constatierte, dass der letztere bei Hochwasser vier Fünftel und bei Niederwasser zwei Drittel des ganzen Etsch-Wassers aufnahm, dass er um 42 Klafter breiter war als die Chiròla (Haupt-Etsch) und 4 Fuss mehr Gefälle hatte.

Mit Decret des Senates vom 3. März 1546 wurde daher angeordnet, dass die Wässer im Sinne des Decretes vom Jahre 1504 „aequo curso“, das ist zu gleichen Theilen in beiden Flussarmen zu fliessen haben, zu welchem Behufe eine förmliche Schleusse ausgeführt wurde.

Gleichzeitig wurden alle Entlastungscanäle reguliert, insbesondere der Adigetto, Malopera, Canal di Loreo, Rotta Sabbadina, Fossa Lovara und der Canal di Valle.

Im Jahre 1566 wurde der Canal di Valle geschlossen und in einen Schiffahrtscanal umgewandelt. Die Entlastungscanäle am linken Etsch-Ufer, Fossa Lovara, Canal del Ronzitro, Tirandro, Budel del Lovo und Bovolare wurden aus Rücksicht für das Paduaner Territorium geschlossen, doch

[1] Zendrini: „Memorie storiche“ libro III.
[2] Paleocapa: „Memorie d' idraulica pratica“.
[3] Sismondi Repub. Ital. (Bocchi).

liess man an diesem Ufer noch die Rotta Sabadina, welche die stärkste Ableitung war, weiter bestehen.

Am rechten Ufer wurde der Castagnaro trotz des erbauten Theilungswerkes an seiner Ausleitungsstelle eine Hauptursache der Ueberschwemmung des Polesine. Die Wässer flossen durch den Canal bianco in den Po di Levante, welcher damals, da der Durchstich von Porto-Viro noch nicht ausgeführt war, noch ein Arm des Po gewesen war.

Der Canal Malopera wurde geschlossen und die Ausmündung des Adigetto in Stein ausgebaut.

Im Jahre 1687 wurde angeordnet, das Grundwehr an der Mündungsstelle des Castagnaro um 3 Fuss zu erhöhen, wodurch durch 6 Monate im Jahre das Wasser nur in der Chiròla (der Haupt-Etsch) floss.

Nach grossen Zerstörungen wurde diese Oeffnung des Castagnaro in den Jahren 1776 und 1777 bis zur Guardia-Höhe verbaut.

Seit dem Jahre 1786 wurden grosse Dammverstärkungen ausgeführt. Aus dem Berichte des Oberstlieutenants Milanovich vom 30. August 1788 an den Magistrato delle Acque in Venedig geht hervor, dass an zahlreichen Strecken die Etsch-Dämme um 5 Fuss gehoben wurden.

Der Bericht desselben vom 29. April 1794 hebt hervor, dass die Dämme in der ganzen Ausdehnung von Castagnaro abwärts beiderseits auf 60 Miglien Länge gehoben, verstärkt und befestigt wurden. Auch wurden überall Rückenbermen angeordnet.

Der Entlastungscanal Rotta Sabbadina wurde definitiv verschlossen, Tornova und Adigetto mit Schleussen reguliert und von nun an nur als Schiffahrtscanäle verwendet. Die Entlastungscanäle Bellina und St. Giovanni bei Cavarzere wurden ganz gesperrt.

Zu dieser Zeit wurden auch zahlreiche Durchstiche am Etsch-Flusse ausgeführt und zwar im Jahre 1783 der Durchstich von Morosina und Pettorazza, 1784 die Durchstiche von Fasola, Marice und Oca und 1785 der Durchstich von Piacenza d'Adige.

Im Jahre 1772 hatte Lorgna[1] die Fehler an den Etsch-Bauten kritisiert und insbesondere darauf aufmerksam gemacht, wie fehlerhaft das Princip der Entlastungscanäle bei einem geschiebeführenden Flusse sei, indem durch die eingetretene Wassertheilung das Geschiebe im Fluss zurückbleiben und sich die Flussohle constant heben müsse.

Erst seit dieser Zeit ist diese Ansicht allgemeiner geworden und wurde von den ersten Hydraulikern Italiens stets anerkannt.

Im Jahre 1791 wurde nach den Plänen der Ingenieure Milanovich, Nichelli und Ferro der definitive Schleussen-Abschlussbau am Castagnaro bis zur Hochwasserhöhe ausgeführt, doch wurde gestattet, bei grossen Hochwässern die Schützen zu ziehen. Infolge dessen wurden auch die Schleussen bei jedem gefahrvolleren Ansteigen des Hochwassers gezogen, was sowohl zerstörende Einbrüche in den Castagnaro als auch eine constante Hebung der Etsch-Sohle unterhalb der Ausmündung des Castagnaro aus der Etsch zur Folge hatte. Dem Uebel war also nicht gesteuert.

Zu Anfang des neunzehnten Jahrhundertes bestand in Modena eine Commission, bestehend aus den erfahrensten Hydraulikern Italiens, welche sich mit der Frage des Po und der Etsch zu befassen hatten. Dieser Commission legte Masetti, Director der öffentlichen Bauten in Mailand, ein Gutachten vor, welches die Verstärkung der Dämme und die Schliessung des Castagnaro in definitiver Weise, also unter Cassierung der Schleusse, verlangte. Seine Ansicht, dass seitliche Entlastungs-Canäle bei geschiebeführenden Flüssen, wie es die Etsch ist, von verderblichster Wirkung, namentlich auf die Ausbildung des Sohlengefälles seien, wurde in hochwissenschaftlicher Weise, gestützt auf ein unwiderlegliches Erfahrungs-Material, begründet, vom Ingenieur Canova, dem späteren General-Inspector des Strassen- und Wasserbaues des früheren Königreiches Italien, befürwortet und von der Commission als einzig richtig anerkannt.

Dieses Memoriale blieb leider ohne Erfolg.

Die Zustände der Etsch-Dämme waren zu Anfang unseres Jahrhundertes im Zustande grösster Vernachlässigung.

Das Fluss-Bett war ungeordnet und verwildert; die zu niedrigen Dämme konnten die Hochwässer nur mit Hilfe von Nothdämmchen (coronelle) aufnehmen und waren überdies an zahlreichen Stellen schadhaft. Die Vorlandsbreiten waren vollkommen willkürlich. Viel zu enge Stellen wechselten mit solchen, wo man statt jedes anderen Mittels einfach die Dämme nach rückwärts zu verlegen pflegte, so dass unglaubliche Ueberbreiten entstanden.

Schliesslich waren alle Arbeiten oft aus Flugsand und schlecht ausgeführt.

Seit 1816 bis 1835 wurden grosse Arbeiten an der Etsch ausgeführt. Die Dammkronen wurden 0·80 *m* über das Hochwasser vom Jahre 1821 gelegt, Rückenbermen, Verstärkungen, Armierungen der Dämme hergestellt.

Im Jahre 1835 beantragte Paleocapa den definitiven Abschluss des Castagnaro, welche Arbeit von epochaler Bedeutung im Jahre 1838 wirklich ausgeführt wurde.

Hiedurch wurde der Canal bianco von der Etsch vollkommen unabhängig gemacht; er dient nur als Tartaro zur Ableitung der Binnenwässer und hörte auf „reggio fiume" zu sein. Seine Dämme wurden langsam erniedrigt.

Hiedurch wurde auch die Meliorierung der „Valli grandi Veronesi" ermöglicht, indem der Tartaro von den Etsch-Wässern unbehindert seine Wässer, insbesondere nach seiner durchgeführten Regulierung, anstandslos abführen kann.

Dieser definitive Abschluss des Castagnaro bewährte sich bestens, als schon im Jahre 1839 ein ganz ausserordentliches Hochwasser kam, welches dasjenige vom Jahre 1823 noch um 21 *cm* überragte und 2·43 *m* über „Guardia" stand.

Paleocapa, welcher vom Po zum Schutze der Etsch herbeieilte, ergriff mit dem ihm zugetheilten damaligen Ober-Ingenieur Florian Pasetti (dem späteren k. k. Ministerialrath und Freiherrn) die umfassendsten Vorbereitungen, errichtete Nothdämmchen auf den Dämmen (arginelli di soprasuolo) auf 120 *km* Länge und 30 bis 150 *cm* Höhe. Es wurde hiebei Tag und Nacht und mit so einem Aufwande von Kräften gearbeitet, dass ein Arbeiter von dem andern nur wenige Schritte entfernt war.

Das Hochwasser gieng gut vorüber, während es zweifellos ist, dass beim Bestande der Castagnaro-Schleusse ein Durchbruch eingetreten wäre. Hiedurch wurde die öffentliche Meinung bedeutend beruhigt.

In den Jahren 1841 und 1844 entstanden zwar wieder zwei Dammbrüche, welche dem Schlusse des Castagnaro zugeschrieben wurden, insbesondere vertrat Hofbaurath v. Wiebeking diese Meinung. Es gelang jedoch Paleocapa den Nachweis in unwiderleglicher Weise zu führen, dass die beiden Dammbrüche längst nach der Culmination der Hochflut, also während des Fallens des Hochwassers, aus Unvorsichtigkeit der Bewachungsmannschaft entstanden sind und keineswegs dem Schlusse des Castagnaro zugeschrieben werden können.

Seit jener Zeit ist die von den hervorragendsten Hydraulikern schon längst erkannte Thatsache, dass bei geschiebe-

[1] Lorgna: Dissertazione sull' Adige. 15 Dicembre 1772.

führenden Flüssen die Concentration des Wassers von grösster Wichtigkeit ist, und dass daher die Entlastungscanäle für die Entwicklung der Sohlencurve von nachtheiligster Wirkung sein müssen, in ganz Italien herrschend geworden, so dass es heutzutage kaum einen ernst zu nehmenden Wasserbau-Ingenieur geben kann, der nach den Erfahrungen von Jahrhunderten an der Etsch Entlastungscanäle beantragen wollte.

Der Vortheil von Paleocapa's zielbewusstem und muthigem Werke zeigte sich im vollsten Lichte, als im Jahre 1845 ein säculare Hochflut kam, welche bei Badia 3·12 *m* über „Guardia“ stieg, sonach seit der furchtbaren Katastrophe des Jahres 1757, die in Trient und Verona so grosse Zerstörungen verursachte, das grösste Hochwasser war, und diese Hochflut ohne Schaden in den Etsch-Dämmen bei Castagnaro verlief.

Aber auch das früher so fehlerhafte Längenprofil der Etsch unterhalb Castagnaro, welches im Verlaufe der Gefälls-Curve eine so auffallende Störung zeigte, wies nun eine Eintiefung auf, wodurch die Regelmässigkeit des Profiles bedeutend gewann. Durch den eingetretenen Profilsausgleich verschwand der früher bestandene Staurücken unter der Abzweigung des Castagnaro schon im Jahre 1840 ganz.

Nicht die Theilung, sondern die Concentrierung der Wasserkraft hat sich also hier nach jahrhundertelangem Irrthum bewährt.

Darum mag es für die Zukunft vortheilhaft sein, diese Erfahrungen kennen zu lernen und zu beachten, um bei Ergreifung wichtiger Maassnahmen nicht bei den Fehlern der Vergangenheit, sondern bei der Erkenntnis der Wahrheit zu beginnen, wenn sie auch manchen modern sein wollenden und bestrickenden Vorurtheilen widerstreitet.

Der Zustand der Etsch-Dämme im Jahre 1835, das ist in dem Augenblicke, als der Schluss der Castagnaro-Schleusse beantragt wurde, ist aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen, wobei bemerkt wird, dass die normale Ueberhöhung der Dammkronen 0·80 *m* über das Hochwasser vom Jahre 1821 betragen sollte.

Uebersichts-Tabelle

des Zustandes, in welchem sich die Etsch-Dämme im Jahre 1835 befanden.

a) Die Länge des linken Dammes von Castagnaro bis zum unteren Ende der Dämme beträgt 76.417 *m*
b) diejenige des rechten Dammes 77.881 „
a) Gesammtlänge der linksufrigen Dammstrecken, welche die normale Ueberhöhung besitzen . 56.934 „
b) Gesammtlänge der rechtsufrigen Dämme, welche die normale Ueberhöhung besitzen 52.768 „
a) Gesammtlänge der Rückenbermen (banche) am linken Ufer 29.639 „
b) Gesammtlänge der Rückenbermen (banche) am rechten Ufer 39.425 „

Lage des Dammes	Längenausdehnung der Dämme am linken und rechten Ufer, welche weniger als normalmässig überhöht sind, um:					
	0·10 *m*	0·20 *m*	0·30 *m*	0·40 *m*	0·50 *m*	0·60 *m*
In der Strecke von Castagnaro bis Boara						
links	1600	1246	718	520	—	—
rechts	600	3805	276	—	—	406
Im ganzen	2200	5051	994	520	—	406
In der Strecke von Boara bis zum unteren Ende						
links	2530	1599	5392	2305	3357	216
rechts	3784	4512	3880	3354	4256	3240
Im ganzen	6314	6111	9272	5659	4613	3456

Im Jahre 1845 trat eines der grössten Hochwässer ein, welche bisher bekannt waren seit demjenigen von 1757.

Im Jahre 1854 wurden mit Decret des Marschalls Grafen Radetzky die Bonificierungs-Arbeiten der „Valli grandi Veronesi“ angeordnet und in den folgenden Jahren beendet.

Im Jahre 1868 trat ein grosses Hochwasser ein, welche dasjenige vom Jahre 1845 noch überstieg; es erreichte die Höhe von 2·73 *m* über Guardia in Boara und brach in Legnago am Stadtplatz durch Unvorsichtigkeit der Bewachungsmannschaft durch, indem die Dammhöhe daselbst nicht überstiegen, sondern ein Dammtheil in der Nähe einer alten schadhaften Mauer unterwaschen wurde. Die Bresche erreichte bloss eine Breite von 60 *m*, und war schon am 17. October, das ist 10 Tage nach erfolgtem Durchbruch wieder geschlossen.

Dieses bedeutendste Hochwasser seit 1757 überstieg fast überall die Dammkronen und fand ungenügend starke Schutzdämme. Es wurde sofort eine provisorische Hebung der Dämme um so viel angeordnet, dass noch ein freier Spielraum von 0·30 *m* über dem Hochwasserspiegel vom Jahre 1868 übrig blieb.

Gleichzeitig wurde jedoch die systematische Erhöhung der Dämme bis zu einer Höhe von 0·70 *m* über das Hochwasser des Jahres 1868, sowie die Verstärkung der Dammkrone auf 8 *m* Breite angeordnet.

Schon im Jahre 1877 waren 70 *km* demgemäss in der Provinz Verona, wo die Dringlichkeit am grössten war, vollkommen reguliert.

Ausserdem wurden auch die Seitenzuflüsse der Etsch besser eingedämmt.

Die nächsten Jahre waren für die Etsch sehr ruhige, in dem sich die Cultur erholen konnte, denn bis zum Jahre 1882, also durch volle 14 Jahre, fand im Polesine kein Durchbruch mehr statt.

Dieses furchtbare Hochwasser, welches noch dasjenige vom Jahre 1868, ja selbst dasjenige vom Jahre 1757 weitaus überstieg, fand selbstverständlich ungenügende Dammhöhen, da die Dämme auf das Hochwasser vom Jahre 1757 nicht eingerichtet waren.

Die alten Hochwassermarken des Jahres 1757 waren wohl bekannt, doch hegte man immer die Hoffnung, dass eine derartige Katastrophe nur ausnahmsweise einmal eingetreten sei und nicht wiederkehren werde.

Die Erfahrung hat seither gezeigt, dass auch die grössten Hochwässer in gewissen säcularen Perioden wiederkehren und dass es ein grosser Fehler mit ihnen nicht zu rechnen.

Furchtbare Zerstörungen in ganz Tirol und dem Venetianischen kennzeichnen dieses gewaltige Naturereignis, welches durch die ungünstigsten meteorologischen Verhältnisse, insbesondere langandauernde und enorme Niederschläge, schliesslich durch Wolkenbrüche und sciroccale Winde und dadurch bedingte starke Gletscherschmelze, verursacht wurde.

Am 18. September brach der rechtsufrige Damm bei Legnago, wodurch das Etsch-Bett unter der Bresche beinahe ganz trocken gelegt wurde.

Der Durchbruch wurde in der Weise zuerst provisorisch geschlossen, dass im Halbkreis um denselben ein Abschluss-Bau aus Pfählen, Steinwurf und Hinterschüttung ausgeführt wurde. Dieser Bau war am 18. December d. J., also erst nach drei Monaten, geschlossen. Die Schäden dieses Durchbruches waren ausserordentlich bedeutende und sollen an anderer Stelle beschrieben werden.

Hier soll nur der weitere Ausbau der Etsch-Regulierung in Betracht gezogen werden, wie derselbe zunächst durch diese Elementar-Katastrophe veranlasst worden ist.

Mit Decret des königl. ital. Ministers der öffentlichen Arbeiten in Rom vom 8. November 1882, also kaum 10 Tage nach der October-Katastrophe, wurde eine aus Fachmännern zusammengesetzte Commission mit der Aufgabe betraut, die dringendsten wasserbaulichen Vorkehrungen in den venetianischen Provinzen in Antrag zu bringen.

Diese Commission bestand aus folgenden Mitgliedern:
Bompiani Gaetano, Comm., Inspector des Genio Civile;
Bucchia Gaetano, Comm., Professor des Wasserbaues und Parlamentsmitglied;
Cavaletto Alberto, Comm., Ingenieur und Parlamentsmitglied;
Lanciani Filippo, Comm., Ober-Ingenieur des Genio Civile;
Manara Enrico, Cav., Inspector des Genio Civile;
Rappacioli Sante, Comm., Inspector des Genio Civile;
Spadon Ottavia, uff. Inspector des Genio Civile.
Turazza Domenico, Comm., Professor des Wasserbaues.

Diese Commission trat am 11. November 1882 in Rovigo zusammen und wählte Herrn Professor Turazza zum Präsidenten. Sie hielt nach genauesten Localisierungen und Studien, betreffend der dringendsten Arbeiten (I. Serie) bis zum 6. April 1883 im ganzen 14 Sitzungen und rücksichtlich der systematischen (definitiven) Arbeiten (II. Serie) in der Zeit vom 1. October 1883 bis zum 24. September 1884 im ganzen 5 Sitzungen ab.

Nachdem in der Sitzung des italienischen Parlamentes vom 20. Februar 1883 der Minister der öffentlichen Arbeiten die Verpflichtung übernahm, die Sitzungs-Protokolle der erwähnten technischen Commission in Druck zu legen, veröffentlichte derselbe, beziehungsweise die „Direzione Generale delle opere idrauliche“ diese Protokolle unter dem Titel: „Atti della Commissione tecnica, istituita dal Ministero per i provedimenti idraulici nelle provincie Venete“ im Jahre 1885.

Aus dieser Publication, welche mit zahlreichen Plänen, Tabellen und Kostenachweisungen illustriert ist, kann die gründliche und gediegene Arbeit dieser aus den ersten lebenden Hydraulikern Italiens bestehenden Commission, welche auch eine eigene technische Subcommission zum Studium der Etsch-Verhältnisse nach Tirol entsandte, in den Hauptzügen deutlich entnommen werden. Insbesondere finden darin die gewiss sehr maasgebenden, in Italien geltenden und dort von allen lebenden Autoritäten anerkannten Grundsätze der Fluss-Regulierungen den bestimmtesten Ausdruck, daher sie für das Studium der Etsch in Tirol und Italien von höchstem Interesse sind.

Bevor diese hochansehnliche technische Commission in die sachliche Debatte eingieng, fand sie es für nothwendig, ausdrücklich zu erklären, dass sie davon absteht Utopien über die Bildung eines neuen Flussbettes der Etsch, Herabsetzung der Dämme oder ähnliche Ideen erst zu bekämpfen, indem sie der Ansicht sei, dass es nicht erst einer Discussion bedürfe, um die Nichtigkeit derartiger Vorschläge darzuthun.

Lediglich in einer Beilage des Commissions-Protokolles über die allgemeine Meliorierung der Provinz Rovigo findet sich diesbezüglich ein ausführlicherer Passus, welcher lautet:

„Es hat nicht an solchen gefehlt, welche nach der „Katastrophe des Jahres 1882 neue Wege zu finden wähnten, „durch welche die Wässer geführt werden könnten, als „wenn man ihnen gebieten könnte „huc usque“, als wenn „nicht unwandelbare Gesetze ihren Lauf beherrschen würden, „als wenn die Ungelehrigkeit der Wassermassen und ihre „Unfügsamkeit gegen jeden Zwang durch einen Zauberschlag „behoben werden könnte. Was will man denn mit neuen „Wegen! Man kann wohl Rücksicht nehmen auf die ganz „ehrenwerthen und philanthropischen Motive, aus denen diese „grossmüthigen Ideen entspringen, abgesehen davon würde „aber derjenige, der sich damit ernstlich befassen wollte, „zu nichts überhaupt Nützlichem oder Anwendbarem gelangen „können.“

Sodann zählte Comm. Cavaletto die grössten Hochwässer auf, welche in Trient seit dem Jahre 1757 bis zum Jahre 1819, in welchem Zeitraume die ersten Regulierungsarbeiten der Etsch in Tirol begonnen wurden, nach dem Projecte des k. k. Majors Nowak.

Alle diese Hochwässer der Etsch wurden stets von Ueberschwemmung der alpinen Thalbecken begleitet. Seit dem Jahre 1845 stiegen die Hochwässer in Italien infolge der fortschreitenden Regulierungsarbeiten in Tirol.

Wird es endlich gelingen die Hochwässer der Etsch in Tirol vollständig zwischen den Dämmen zu fassen, werden sie in Italien immer rapider und stärker, das heisst mit einer grösseren secundlichen Durchflussmenge auftreten.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen nahm die Commission mit Rücksicht darauf, dass das grösste innerhalb der Etsch-Dämme noch aufgenommene Hochwasser dasjenige vom Jahre 1845 gewesen ist, dieses letztere zur Grundlage der weiteren Berechnung an und stellte sich nun die Frage, welche Höhe das Hochwasser des Jahres 1882 erreicht haben würde, wenn erstens in der Etsch-Strecke in Italien keine Dammbrüche vorgekommen wären und zweitens, wenn alle aus Tirol stammenden Wässer einmal innerhalb der Dämme, welche in Tirol im Baue begriffen sind, concentriert gegen Italien zu abfliessen werden.

Um den ersten Theil der Frage zu beantworten, bezog sich die Commission auf das Längenprofil der Etsch von Albaredo bis zum Meere (Tafel 54), in welchem die drei Hochwässer der Jahre 1845, 1868 und 1882 eingezeichnet sind.

In Berücksichtigung, dass das Hochwasser vom Jahre 1882 dasjenige vom Jahre 1845

in Trient um	1·12 *m*
„ Verona „	1·63 *m*
„ Albaredo um	0·83 *m*
„ Legnago „	0·78 *m*
„ Cavarzere „	0·70 *m*

überstieg, dass weiters das Hochwasser 1882 in dem Augenblicke, als die beiden Dammbrüche bei Legnago und Masi sich ereigneten, noch nicht seinen Höhepunkt erreicht hatte, indem die stündliche Steigung desselben in Legnago noch 0·10 *m* und in Cavarzere noch 0·12 *m* betrug, nahm die Commission an, dass sich ohne diesen beiden Dammbrüchen das Hochwasser 1882 um 1 *m* über das Hochwasser des Jahres 1845 gehoben hätte.

Ueberdies wurde bei Badia wegen der constatierten Abnormität des Längenprofiles noch 0·40 *m* in der Höhenlage zugerechnet.

Nachdem dieses festgesetzt war, trat die Commission an die zweite Frage heran, das ist an die Bestimmung der grössten Höhe, welche die Etsch noch über die nach dem Obigen rectificierte Höhe des 1882er Hochwassers erreichen wird, wenn einst jede seitliche Ausbreitung der Hochwässer in den Thalbecken Tirols durch die dort im Zuge befindliche Etsch-Regulierung verhindert sein wird.

Nachdem die Commission über diesen hochwichtigen Gegenstand die diesbezügliche Arbeit des Professor Paladini in Mailand, sowie die Publication des Professor Turazza über einen in der venetianischen Akademie der Wissenschaften hierüber gehaltenen Vortrag, schliesslich die diesbezüglichen Untersuchungen des Professors Bucchia zur Kenntnis nahm und eingehend prüfte, kam dieselbe einstimmig zu dem Beschlusse, dass die Etsch-Dämme um 2·50 *m* über das Hochwasser des Jahres 1845, oder was dasselbe ist um

1·50 *m* über dasjenige des Jahres 1882 gehoben werden müssen, wobei noch bei Badia ausserdem eine Ueberhöhung von 40 *cm* platzzugreifen hätte.

Diese hochwichtigen Gutachten der Herren Professoren Turazza und Bucchia werden an anderer Stelle näher besprochen. Einen weiteren Gegenstand der Berathung der genannten Commission bildete die Regulierung der Flussbreiten, welche derartige Unregelmässigkeiten aufwiesen, dass die Entfernungen von Dammkrone zu Dammkrone zwischen 400 und 100 *m* ohne jegliche Begründung schwankten. Die Commission setzte daher die Breiten, welche nach und nach anzustreben wären, als Normalbreiten fest. Ueber die Detailausmaasse wird in einem folgenden Capitel die Rede sein.

Ausserdem wurde eine ganze Reihe Verhaltungsmaassregeln für die Reconstruction und Instandhaltung der Dämme beschlossen.

Die Commission stellte sodann die Kosten für die nothwendigen Arbeiten an den venetianischen Flüssen im Gesammtbetrage von 31,053.771 Lire auf.

Da jedoch die Hebung der Dämme auf die bereits besprochene Höhe als die erste und wichtigste Arbeit anerkannt wurde und es höchst wünschenswert erschien, die Ausführung derselben vom ökonomischen Standpunkte thunlichst zu erleichtern, beschloss die Commission die Breite der Dammkronen in provisorischer Weise von 8 anf 6 *m* zu reducieren und die Dammerhöhung provisorisch ohne Rückenbermen, sondern lediglich mit anderthalbfussigen Böschungen auszuführen.

Nach dieser dringlichen Regulierung der Kronenhöhen sollten dann erst die übrigen Arbeiten ausgeführt werden.

Die ersten Arbeiten wurden als solche erster, die zweiten als solche zweiter Classe bezeichnet, beide Classen jedoch als dringend und unbedingt nothwendig bezeichnet.

Die Gesammtkosten dieser Arbeiten sind aus nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Arbeiten der I. Classe.

1. Etsch	8,674.915 Lire
2. Bacchiglione	1,650.000 „
3. Brenta	1,650.000 „
4. Piave	1,600.000 „
5. Livenza	2,500.000 „
6. Fiume und Sile	1,020.000 „
7. Monticano	320.000 „
8. Meduna	380.000 „
9. Meschio	144.000 „
10. Tagliamento	885.000 „
11. Guà	643.000 „
12. Lemene	78.163 „
13. Sile	388.000 „
Summe . .	19,933.078 Lire.

Arbeiten der II. Classe.

1. Etsch	10,089.678 Lire
2. Bacchiglione	413.315 „
3. Brenta	617.700 „
Summe . .	11,120.693 Lire.

Die Gesammtsumme der Arbeiten der I. und II. Classe betragen im ganzen 31,053.771 Lire.

Hievon entfällt für die Etsch:

An Arbeiten der I. Classe	8,674.915 Lire
„ „ „ II. „	10,089.678 „
daher zusammen . .	18,764.593 Lire

oder rund 19 Millionen Lire. Hiezu kommen noch in Betracht die Regulierungsarbeiten der Etsch im Weichbilde der Stadt Verona, welche nach dem Hochwasser 1882 dringend nothwendig geworden sind und mit einem Kostenbetrage von rund 8 Millionen bereits nahezu vollendet sind.

Die Commission sah die Grösse des Betrages und die Folgenschwierigkeit einer solchen Ausgabe wohl ein, schloss aber in bezeichnender Weise mit den Worten:

„Ma come fare altrimenti?“

Es ist dies für den Fachmann der richtigste Standpunkt, denn steht es einmal nach wissenschaftlichen Regeln fest, dass die Dammkronen eine gewisse Höhe, die Dämme selbst eine gewisse Breite und Constructionsart haben müssen und dass hiebei Ersparnisse nicht mehr möglich sind, ohne den Zweck der Regulierung aufzugeben, dann ergibt sich die Kostensumme als einfaches Resultat eines Rechenexempels mit unanfechtbarer Nothwendigkeit und es tritt dann nur die Frage heran, ob der Zweck der Regulierung aufgegeben werden könne oder nicht.

Es kann Fälle geben, in denen die Kostensumme für den herzustellenden oder zu erhaltenden Schutz das zu schützende Object soweit übersteigt, dass man sich entschliessen könnte, diesen Schutz überhaupt aufzugeben.

Solche Fälle könnten aber nur dort eintreten, wo es sich lediglich um landwirtschaftliche Gründe handelt, auf deren grösseren Geldertrag man allenfalls verzichten kann, wenn die Mittel zur Meliorierung nicht vorhanden wären; wo aber in hochcultivierten Thälern Ortschaften, Strassen, Eisenbahnen und wichtige Culturinteressen so zu schützen sind, wie dies im Venetianischen der Fall ist, dort ist an das Preisgeben des Landes sowohl aus staatspolitischen und nationalökonomischen, als auch aus allgemein menschlichen Rücksichten nicht zu denken.

In der That sind auch die beantragten Bauten seit jener Zeit grossentheils bereits ausgeführt worden und so ist nach und nach im Laufe der Jahrtausende aus ungenügenden Anfängen unter Kampf und Noth und allmähligem Reifen ein Regulierungswerk erstanden, welches, wenn es auch nicht in Ewigkeit und nicht in den grössten säcularen Elementarfällen Widerstand leisten sollte, doch ein Bollwerk hoher Cultur bleibt, welches sich immer mehr befestiget und sichert und den Beweis führt, dass die betretene Bahn die einzig mögliche und richtige ist und dass der Zukunft keine andere Aufgabe bleibt, als das Bestehende zu erhalten und zu vervollkommnen im Rahmen der unabänderlichen Naturgesetze, welche diesen Zustand geschaffen haben.

VIII. Abschnitt.

Specielle Beschreibung des Etsch-Flusses in Italien.

74. Capitel.

Das Längenprofil.

Aus dem allgemeinen Längenprofil der Etsch von Meran bis zum adriatischen Meere (Tafel 15) ist zu entnehmen, dass sich dasselbe von Sacco an, wo sich bereits seit undenklichen Zeiten eine Felsbarre harten Basaltes quer durch das Flussbett hinzieht und daher für die Ausbildung des Längenprofiles der Flussohle nach aufwärts hin einen Fixpunkt bildet, wie etwa das Eiserne Thor an der Donau für Ungarn, ziemlich parabelförmig ausgebildet hat bis zur Einmündung in das adriatische Meer, wo das Gefälle nahezu horizontal ist.

Die allgemeinen Durchschnittsgefälle sind aus der nachstehenden Zusammenstellung zu entnehmen:

1. Von Tirol bis Verona 1·68 bis 1·28 ‰
2. Von Verona bis Zevio 1·29 „ 0·83 ‰
3. Von Zevio bis Castagnaro . . . 0·76 „ 0·24 ‰
4. Von Castagnaro bis zum Meere . 0·14 „ 0·05 ‰

Die Längenprofilscurve von Sacco bis zum adriatischen Meere ist daher von derjenigen in Tirol bis Sacco als ganz unabhängig anzusehen, indem durch die Basaltbank im Etsch-Bette bei Sacco offenbar flussaufwärts ein Gefälle veranlasst wird, welches weitaus kleiner als dasjenige ist, welches sich bei Nichtvorhandensein dieses natürlichen Hindernisses hätte ausbilden müssen.

Anderseits ist auch das Flussgefälle zwischen Sacco und dem Meere durch die Felsbank von Sacco beeinflusst und es würde sich ohne dem Vorhandensein dieses und anderer felsiger Untergrundstrecken in der italienischen Etsch zweifellos ein viel flacheres Gefälle vom Meere aufwärts aufbauen müssen, als dies heute der Fall ist.

Es werden daher auch selbst grosse Hebungen der Flusssohle in der italienischen Etsch einen Einfluss auf die Höhenlage der Flussohle in Tirol niemals haben können. Die Geschiebe der Etsch gelangen über die Stromschnelle unterhalb Sacco in die letzte Gefällsparabel und können, falls sie nicht genügend zerrieben dort liegen bleiben sollten oder falls infolge der Vorrückung der Etsch-Mündung in das Meer eine Hebung der italienischen Etsch eintreten sollte, eben nur zur Hebung der letzteren, niemals aber zu einer solchen in der Tiroler Etsch die Veranlassung bieten. In dieser Hinsicht befindet sich Tirol in einer verhältnismässig günstigen Lage, indem die Geschiebe seiner Etsch-Strecke fast so verschwinden, als wenn diese Strecke in den grossen Ocean ausmünden würde, in dessen bedeutenden Tiefen die Geschiebe der Flüsse derartig verschwinden, dass sich nicht nur keine positiven Deltas bilden, sondern vielmehr das Meer selbst die letzte Strecke für sich in Beschlag nimmt, dieselbe erweitert und vertieft und dadurch ein sogenanntes negatives Delta bildet.

Es wird oft von Gegnern der Dammanlagen der Vergleich gemacht, dass das Gebirgsthal wie ein Topf zu betrachten ist, in welchen die Verwitterungsproducte der in Zerstörung begriffenen Gebirge ohne Unterlass hineingefüllt werden. Es wird daraus die angebliche Nothwendigkeit einer stetigen Erhöhung der Flussohle als Consequenz der Planierung der Gebirge gefolgert.

Dieser Vergleich ist besonders für Laien ungeheuer bestechend und man hört oft die Redensart: „Die Gebirge werden unaufhaltsam zerstört; das Zerstörungsmateriale wandert stets herab und muss doch im Thale liegen bleiben. Je mehr der Fluss eingedämmt wird, desto kleiner ist die Ablagerungsfläche und desto grösser muss also auch die Hebung der Flussohle sein.“

Es ist daher sehr wichtig diese Einwendung auf das richtige Maass zurückzuführen.

Es ist richtig, dass die Zerstörungsproducte der Gebirge, beispielsweise im alpinen Etsch-Becken, in das Flussbett der Etsch gelangen, sie bleiben aber in demselben nicht liegen, denn die Kraft des durch die Regulierungswerke concentrierten Wassers fördert diese Geschiebe thalabwärts, zerreibt sie bis zu Sand und Schlamm und führt diese Producte in das Meer, dieselben auf grosse Flächen meilenweit zerstreuend.

Diese fortwährende Geschiebewanderung ist bei einem gut regulierten Flusse derartig eingerichtet, dass ebensoviel Geschiebe, als in einem Querprofile von oben aufgenommen, nach unten wieder abgeführt wird, wodurch eine selbstthätige Wegspülung des Geschiebes stattfindet. Die hiezu erforderlichen Gefälle, welche dem Flusse eben die Kraft zum Geschiebe-Transporte verleihen, bildet sich der Fluss bei einiger Nachhilfe bekanntlich von selbst; es entsteht eine parabelförmige Rollbahn, in welcher die Wasserkraft und die Grösse und Menge der Geschiebe einander balancieren, wie dies an regulierten Flüssen ganz allgemein beobachtet wird.

Wird daher das Flussbecken, beispielsweise dasjenige der Etsch in Tirol, mit einem Topf verglichen, in welchem die Zerstörungsproducte der Gebirge einfach liegen bleiben, so ist dies einfach unrichtig und widerspricht sowohl der Theorie als der Erfahrung, die uns regulierte Flussbette zeigt, die sich seit Jahrhunderten nicht heben. Will schon ein bildlicher Vergleich gemacht werden, so müsste das Flussbett nicht mit einem Topf sondern mit einem Trichter verglichen werden, durch welchen das von oben hereingeschüttete Materiale unten wieder abfliesst.

Dies gilt selbstverständlich nur für Strecken, welche von der Einmündung des Flusses in das Meer nicht beeinflusst sind.

Bei solchen Strecken ist es allerdings anders. Hier bleibt ein grosser Theil des Geschiebes, wenn es auch fein zerrieben ist, an der Einmündung in das Meer liegen, das Flussbett verlängert sich in das Meer hinein, falls dieses eine geringe Tiefe und eine kleine Gezeitenströmung hat und baut sich von der neuen Mündungsstelle nach aufwärts das neue Sohlenprofil; dies ist allerdings an der italienischen Etsch von Fossone bis Albaredo der Fall und die Erhöhung der Flussohle über die venetianische Ebene dürfte neben der Zusammensitzung des lockeren Schwemmlandes, von welcher schon die Rede war, gewiss zum Theile auch der Mündungsvorschiebung zuzuschreiben sein.

Diese Vorrückung der Etsch-Mündung bei Fossone ist aber erfahrungsmässig eine sehr unbedeutende, indem die Ablagerungen der Etsch mit denjenigen des Po gar nicht in Vergleich gezogen werden können. Demgemäss ist auch die Flussohle der Etsch nach Ansicht aller localkundigen Hydrauliker ziemlich als stabilisiert zu betrachten.

Sollte aber auch eine Hebung der Etsch-Sohle im Venetianischen eintreten, so kann sie sich selbstverständlich niemals so weit erstrecken, dass sie die Etsch-Regulierung in Tirol irgendwie beeinflussen könnte.

Ein Blick auf das Längenprofil genügt, um sich davon die sicherste Ueberzeugung zu verschaffen.

Vergleichen wir die Gefällscurve der Etsch von Sacco bis Albaredo (unter Verona) mit derjenigen von Albaredo an bis zum Meere, so ist nicht zu verkennen, dass hier ein Gefällsbruch, eine Einsackung vorliegt, indem von Albaredo abwärts offenbar nicht ganz vermittelt ein viel kleineres Gefälle beginnt.

Auf den ersten Blick sollte man daher glauben, dass dort mit der Zeit ein Ausgleich der Längenprofilscurve durch Erhebung des Flussbettes in der Strecke Zevio-Legnago stattfinden müsste. Diese Erkenntnis wird aber dadurch wesentlich modificiert, dass ja von Albaredo angefangen die eigentliche intensivere Concentrierung der Etsch durch weit näher abstehende Dämme beginnt, daher von hier abwärts wegen der zunehmenden Wasserkraft auch ein kleineres Gefälle und daher auch ein Gefällsbruch im Sinne des dort bestehenden ziemlich motiviert erscheint.

Dies wird noch dadurch bestätigt, dass in letzter Zeit eine Erhöhung des Flussbettes der Etsch innerhalb der eingedämmten Strecke nicht nur nicht beobachtet wird, sondern im Gegentheile durch die Cassierung des Castagnaro-Entlastungscanales und die bessere Concentrierung der Hochwässer seit der bewirkten Erhöhung und Verstärkung der Dämme eine Eintiefung der Flussohle bewirkt worden ist. Auch bei der Mündung von Fossone, welche ziemlich stabil ist, war früher eine Sandbank, welche nunmehr abgetrieben erscheint, so dass das Vorrücken der Mündung jedenfalls ganz verschwindet und vorläufig überhaupt nicht fühlbar ist.

Da es eine andere Ursache für eine Hebung der Flusssohle im Venetianischen überhaupt nicht gibt, so ist daraus zu entnehmen, dass das Ausgleichsprofil schon ziemlich erreicht sein dürfte und eine weitere Hebung der Flussohle auf absehbare Zeit nicht zu befürchten ist.

Es ist eine viel gehörte irrige Meinung, dass diese Hebung continuierlich nach aufwärts stattfinden müsse, vielmehr findet dies nur bis zu einer gewissen Grenze, welche durch das Gleichgewichtsprofil gegeben ist, statt, und hört dann bis auf die geringe Einwirkung der Mündungsvorschiebung ganz auf.

Der allgemeine Verlauf der Flussohle ist aus dem Längen-Profil Fig. 53 zu entnehmen. (Fig. 53.)

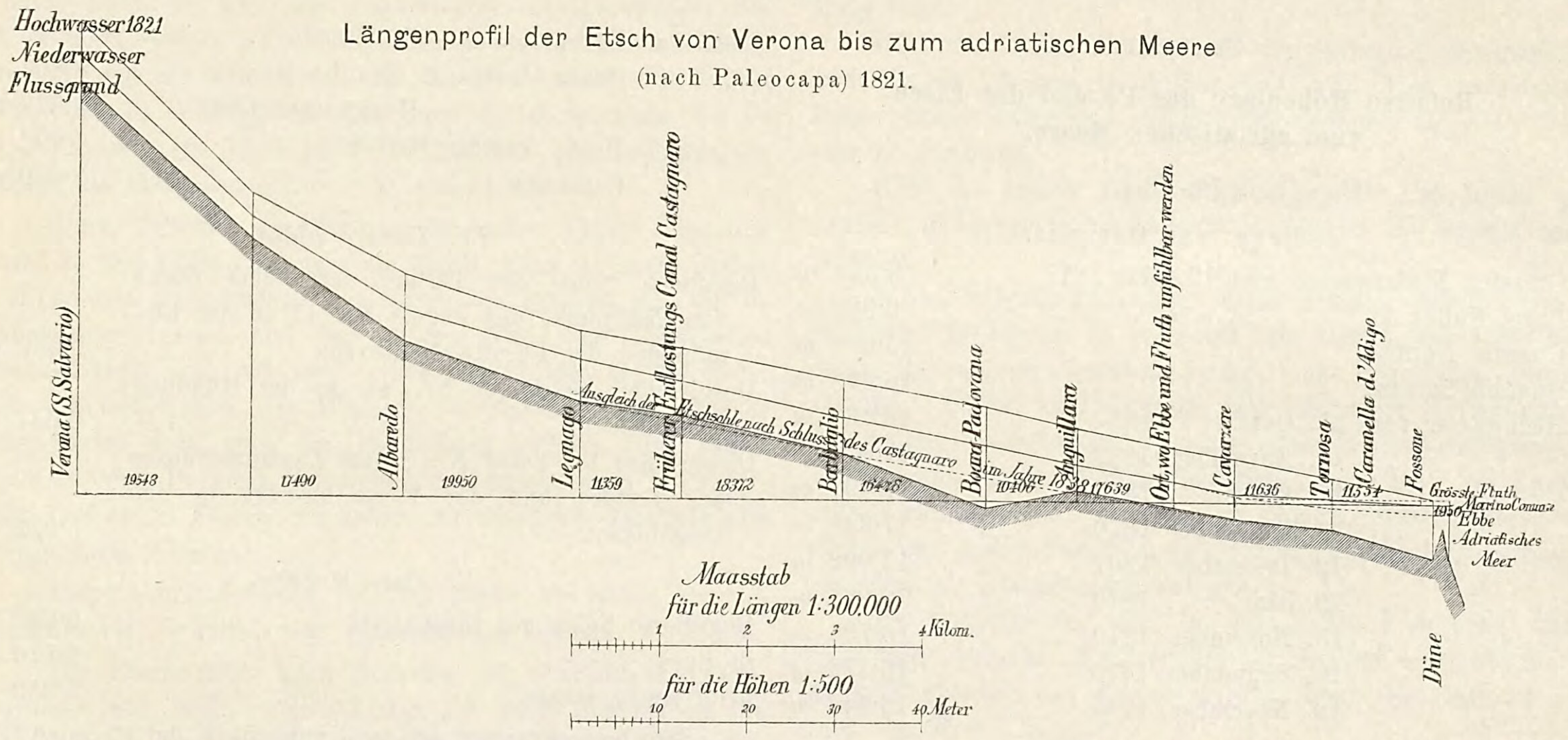
Besonders zu bemerken ist noch der Einfluss des Meeres auf die Entwicklung der Flussohle.

Der gewöhnliche Meereswasserspiegel ist nämlich das Mittel der gewöhnlichen Flut, das sogenannte „Marino Comune." Diese Höhe gilt als Anfangspunkt der Höhenmessung, als Cote 0·000.

Der höchste Stand des Meeres an der Etschmündung (Massimo Marino) ist 1 *m* über Null, der niedrigste Meeresstand (Massimo reflusso marino) 0·90 *m* unter Null gelegen. Es ist daher eine Gesammtschwankung von 1·90 *m* vorhanden. Der Niederwasserspiegel der Etsch bildet daher beim Marino Comune eine regelmässige Curve nach aufwärts, welche von der Höhe des Meeres asymptotisch beginnt und nach oben zu immer steiler wird. Die ganze Curve hat ihre Concavität nach oben gerichtet.

Anders ist dies bei Hochwässern der Etsch. Diese kommen von oben herab und müssen an der Einmündungsstelle in das Meer den gewöhnlichen Meeresspiegel erreichen. In der oberen Etsch-Strecke ist daher der Hochwasserspiegel ebenfalls eine Curve, welche nach oben zu concav ist. Von dem Punkte aber, wo bereits die Wirkung der Mündung zu verspüren ist, nimmt der Wasserstand rasch ab, um sich zum Meeresspiegel zu senken, was mittelst einer Curve geschieht, die ihre Concavität nicht mehr nach oben, sondern nach unten hat; es entsteht daher eine Contrecurve.

Fig. 53.



Längenprofil der Etsch von Verona bis zum adriatischen Meere (nach Paleocapa) 1821.

Nachdem die Hochwässer an der Einmündung in das Meer ein fast horizontales Gefälle haben, so sind sie gezwungen sich in der Mündungsstrecke weite und tiefe Profile auszuarbeiten, um die Wassermengen durchzubringen.

Es zeigt daher auch die Flussohle der Einmündungsstrecke, welche von den Hochwässern stark beeinflusst wird, ebenfalls nahezu dieselbe Contrecurve wie das Hochwasser.

Am Fusse des Längenprofiles bemerken wir schliesslich eine plötzliche Erhöhung; es ist dies die Düne oder der Küstenwall, hinter welcher weiter die tieferen Stellen des Meeres folgen.

Alle übrigen das Längenprofil betreffenden Verhältnisse der eingedämmten Strecke von Albaredo bis zum Meere sind aus dem Längenprofile Tafel 54 zu entnehmen. In demselben findet sich zu unterst die Höhenlage der angrenzenden Grundstücke, die Linie des gewöhnlichen Niederwassers (zugleich Linie der Pegel-Nullpunkte), die Linie der sogenannten „Guardia normale", das ist der Wasserstände, bei deren Eintreffen der Wachedienst auf den Dämmen beginnt, die Hochwasserlinie

des Jahres 1845, des Jahres 1868 und des Jahres 1882, weiters die Höhenlage der Dammkrone im Jahre 1882 und schliesslich die von der erwähnten technischen Commission der Jahre 1882 bis 1884 beantragte Dammhebung eingezeichnet. Die Resultate dieses Längenprofiles sind in nachstehender Tabelle wiedergegeben.

km von Albaredo	Name des Pegels	Höhen-Cote über Meer in *m*						
		des gewöhnlichen Niederwassers und der Pegel-Nullpunkte	der „Guardia normale“	des Hoch-Wassers vom Jahre 1845	des Hoch-Wassers vom Jahre 1868	des Hoch-Wassers vom Jahre 1882	der umliegenden Grundstücke	der Damm-Kronen vor der Hebung 1882
0	Albaredo	21·782	23·382	25·252	25·622	26·082	21·455	26·422
19·0	Legnago	16·665	18·265	20·185	20·795	21·265	18·213	11·213
30·4	Castagnaro	13·281	15·381	18·201	18·781	19·545	12·460	19·688
37·1	Badia	11·719	14·079	17·243	17·489	18·009	12·706	18·301
42·3	Villafora	10·495	13·095	16·463	16·325	16·885	8·132	16·956
48·4	Barbuglio	8·987	11·787	14·767	14·837	15·597	10·834	15·720
56·4	Lusia Ca Zen	7·980	10·189	13·276	13·279	13·739	5·043	14·144
64·5	Boara Polesine	6·433	8·833	11·613	11·493	12·140	3·273	12·496
72·1	St. Martino	5·090	7·291	10·070	10·072	10·793	4·303	11·072
77·8	Reveraro	4·121	6·421	9·321	9·321	10·147	3·053	9·957
82·8	Pettorazza	3·138	5·338	8·218	8·218	9·023	2·495	8·665
85·2	Rottanova	2·674	4·874	7·754	7·714	8·604	3·350	8·690
92·0	Cavarzere	1·808	3·808	6·358	6·298	7·168	3·391	7·161
97·4	Ca Briani	1·177	2·977	4·857	4·847	5·547	1·324	5·794
103·0	Tornova	0·564	2·064	3·614	3·564	4·154	0·580	4·840
105·5	Ende der „R. Arginatura“	—	1·806	—	2·656	—	0·042	3·352
114·0	Mündung ins Meer	—	—	—	—	—	0·042	—

75. Capitel.

Relative Höhenlage des Po und der Etsch zum adriatischen Meere.[1]

I. Po-Fluss.

a) Pegel von Ostiglia.

Grösstes Niederwasser vom 17. Mai 1817 . . 8·328 *m*
Pegel-Nullpunkt 9·998 *m*
Guardia Normale 15·998 *m*
Guardia Barozze 16·498 *m*
Hochwasser vom 25. October . 1857 18·138 *m*
" " 8. November 1839 17·878 *m*
" " 12. October . 1812 17·498 *m*
" " 18. September 1810 17·348 *m*
" " 12. December 1807 17·008 *m*
" " 29. Mai . . 1810 16·938 *m*
" " 13. November 1810 16·798 *m*
" " 19. September 1810 16·578 *m*
" " 19. November 1755 16·448 *m*

b) Pegel von Massa.

Guardia 12·331 *m*
Hochwasser 1839 15·641 *m*

c) Pegel von Polesella.

Hochwasser 1839 9·935 *m*
Schwelle der Entlastungsschleusse an der Mündung der Fossa Polesella 0·795 *m*

II. Canalbianco.

Regulierte Sohle, bezeichnet durch den Nullpunkt des Pegels A am Einschnitt der Fossa Polesella und Schwelle des Canalbianco 3·167 *m*

III. Etsch-Fluss.

Pegel von St. Salvadore in Verona, Guardia Barozze 51·403 *m*
Pegel von Albaredo, desgleichen 23·859 *m*
" " Legnago, desgleichen 17·622 *m*
" " " Hochwasser 1845 19·842 *m*
" " " niedrigstes Wasser 15·622 *m*
Pegel von Barbuglio, Guardia Barozze 11·996 *m*
" " Boara Padovana, Guardia Barozze . . 8·867 *m*
" " " " Hochwasser 1845 . . 11·527 *m*
" " Donà, Guardia Barozze 6·992 *m*
" " Cavarzere " " 3·930 *m*

IV. Tartaro-Fluss.

Regulierte Sohle des Tartaro, bezeichnet durch den Nullpunkt des Pegels Nr. 55 an der Einmündung der Fosetta Mantovana 7·659 *m*
Desgleichen bei Pegel Nr. 44 an der Mündung des Busè 6·637 *m*
Desgleichen bei Pegel Nr. 25 am Zusammenflusse des Tartaro und der Fossa maestra in den Canalbianco 5·022 *m*

V. Fossa maestra.

Regulierte Sohle am Einschnitt 6·849 *m*
in Busè 6·110 *m*
beim neuen Damm . . ; 5·353 *m*

Sehr bemerkenswert ist der Unterschied, der rücksichtlich der letzten Flusstrecke, das ist derjenigen vor der Mündung zwischen dem Po und der Etsch herrscht.[1]

Die Etsch fliesst von Verona bis zum Meere in einer Länge von etwa 140 *km* in der Ebene, indem sie die reichen Niederungen der Gebiete von Verona, Padua und des Polesina überhöht, also fast bis zur Mündung über denselben schwebt.

Dieses schwebende (pensile) Flussbett liegt aber auch viel höher als der Po.

Betrachtet man einerseits Ostiglia, in welchem Punkte die Länge des Po bis zum Meere nahezu ebenso gross ist, als die Länge der Etsch von Verona bis zum Meere, so findet man, dass der Po bei der zweiten Guardia 16·498 *m* über dem Comune Marino steht, während beim Pegel von St. Salvadore in Verona die zweite Guardia, oder Guardia Barozze die Cote 51·403 *m* über dem Comune Marino besitzt.

Am Pegel des Po bei Massa superiore hat die zweite Guardia die Cote 12·331 *m*, bei Polesella 7·045 *m*, während wir an der Etsch in den nahezu entsprechenden Entfernungen in Legnago die Höhen-Cote 17·622 *m* und in Barbuglio 11·996 *m* antreffen.

[1] Diese aus Bocchi entnommenen Höhen-Coten stimmen mit dem officiellen Längenprofil nicht genau überein, genügen aber vollkommen, um die relativen Erhebungen vergleichen zu können.

[1] Bocchi.

Es steht daher die Etsch bei Verona im Vergleiche zum Po in Ostiglia um 34·905 *m* und bei Legnago im Vergleiche zum Po bei Massa um 5·291 *m*, schliesslich bei Barbuglio im Vergleiche zum Po bei Polesella um 4·951 *m* höher.

Nachdem nun das letzte grosse Hochwasser am Po am 23. October 1872 am Pegel von Ostiglia die Höhe von 18·55 *m* über dem Marino Comune erreichte, so haben wir das mittlere Gefälle des Hochwassers des Po bis zum Meere nur mit 0·13 *m* per Kilometer ermittelt, während ein Hochwasser in Verona ein Gefälle von rund 0·39 *m* per Kilometer, also das dreifache Gefälle besitzt.

In Ostiglia ist der Pegel-Nullpunkt bei 9·998 *m* über dem Comune Marino; das tiefste Niederwasser, welches in diesem Jahrhunderte beobachtet wurde, war am 17. Mai 1827 bei 8·328 *m*; es ist daher klar, welche Gefällsverhältnisse im Polesine herrschen. Viele Gründe sind unter dem Marino Comune; der Canalbianco, wenn er Niederwasser hat, staut bei der gewöhnlichen Flut des Meeres 4 und mehr Miglien über Adria hinaus, also auf 16 Miglien in gerader Entfernung vom Meere aus. Die Schwelle der Schleusse von Bosaro liegt nur 3·167 *m* über dem Comune Marino; nachdem sich nun das Hochwasser an dieser Stelle bis 8 *m* über Marino Comune heben kann, so wird der Canalbianco bei Hochwasser um 2 *m* tiefer stehen, als die Etsch in Boara ebenfalls bei Hochwasser und um 4 *m* tiefer, als das Hochwasser des Po bei Polesella. In Wirklichkeit stieg auch das Hochwasser des Po bei Polesella im Jahre 1839 auf 9·935 *m* und dasjenige der Etsch bei Boara im Jahre 1845 auf 11·527 *m*.

Diese Differenz der Niveaus der beiden Flüsse zeigt sich auch in der Thatsache, dass die Etsch, wenn sie einen Damm vollkommen durchbricht, sich durch die Bresche ganz in die Niederung ergiesst und den unteren Theil des Flussbettes trocken lässt, während durch einen Durchbruch des Po weder die Geschwindigkeit des Wassers im Oberlaufe des Flusses vergrössert, noch auch der Po dadurch entleert wird. Daher gibt es beim Po viele Beispiele von Dammbrüchen im Unterlaufe selbst in Fällen, wo schon im Oberlaufe Dammbrüche vorgekommen waren.

Diese Gefällsdifferenz ist eben durch die Natur des Geschiebes im Verhältnis zur Wassermenge bedingt.

Die Etsch führt noch Schotter bis oberhalb Legnago, darunter nur Sand, während der Po noch niemals in die venetianische Niederung Schotter gebracht hat und von gröberen Geschieben in den sandigen und thonigen Ablagerungen des Po keine Spur zu finden ist.[1]

76. Capitel.

Das Flussbett und die Dämme.

Die Etsch fliesst bis unterhalb Verona tief eingebettet in hohen Ufern, welche nur von den höchsten Hochwässern überflutet werden und wo dies erforderlich ist, gegen diese Ueberflutungen den genügenden Schutz erhalten.

So wurden in allerneuester Zeit im Weichbilde der Stadt Verona derartige Uferschutzbauten aus Cementmauerwerk und grossen Steinplattenverkleidungen längs beider Ufer mit einem Kostenaufwande von fast 10 Millionen Lire derart angelegt, dass die Stadt gegen jede Ueberschwemmung selbst bei den grössten Hochwässern voraussichtlich geschützt sein wird.

Unterhalb Verona ist selbst das Niederwasser der Etsch grösstentheils über der Niederung erhoben und das Flussbett beiderseits hochwasserfrei eingedämmt.

Diese Dämme sind jedoch nicht nach einem berechneten Hochwasserprofil gleichmässig construiert, sondern sie sind in historischer Zeit lediglich als Schutzdämme nach Maassgabe des nach und nach steigenden Schutzbedürfnisses im Laufe der Jahrhunderte ohne Plan und Ordnung entstanden. Diese historische Entwicklung muss man eben berücksichtigen, wenn man die Unregelmässigkeit der Tracenführung und viele andere Mängel der Anlage beurtheilt.

Scharfe Curven und Ecken geben dann dem Hochwasser einen willkommenen Angriffspunkt, welcher bei jedem Hochwasser mehr oder weniger gefährdet ist. So hat man im Bezirk Verona rechts 14, links 12, im ganzen 26, im Bezirk Este links 29, im Bezirk Rovigo rechts 21, daher im ganzen etwa 76 gefährdete Stellen, die als solche bekannt sind.

Wie gross diese Gefahr ist, geht daraus hervor, dass an manchen Stellen das grösste Hochwasser 5 bis 10 *m* über der Niederung liegt, ja selbst das Niederwasser sich bis zu 5 *m* über die Felder erhebt.

Innerhalb dieser Dämme hat der Fluss noch ein zweites, kleineres Bett, welches sich schlängelnd bald den rechten, bald den linken Damm direct in Angriff versetzt, bald ein Vorland (golena) zwischen dem Wasser und dem Dammflusse übrig lässt.

Wird der Damm direct durch die Strömung angegriffen, so heisst er „Argine in froldo" und wird dann an seinem Fusse durch Steinwürfe, Pfähle, Pflasterungen u. s. w. besonders geschützt.

Wird der Damm nicht direct angegriffen, so heisst er „Argine di golena" und bedarf dann keines so ausgiebigen Schutzes.

Nähert sich die Strömung einem Damme infolge einer geänderten Richtung, so wird oft der Damm, besonders an engen Stellen nach rückwärts verlegt; man nennt dies „ritiro d'argine." Leider haben gerade viele derartige Verlegungen ungeheuere Ueberbreiten zwischen den Hochwasserdämmen hervorgerufen, indem Flusskrümmungen, wenn man vor ihnen einfach zurückweicht, ohne sie zu sichern, immer excessiver werden und schliesslich doch zu einer gründlichen Regulierung, besonders zu Durchstichen, zwingen.

Die Dammkronen sind in der Regel 8 *m* breit und $1^1/_2$-füssig geböscht. Zur Verstärkung erhalten sie gewöhnlich starke Rückenbermen, die etwa 10 *m* breit sind und 2·5 *m* unter der Krone liegen.

Bei grösseren Höhen sind noch andere Rückenverstärkungen erforderlich.

Der Hauptübelstand der Etsch-Dämme ist das schlechte Material, welches zur Verfügung steht, denn die Etsch führt nur Sand und der Lehm muss weit vom Po herbeigeführt werden.

Infolge dieses schlechten Materiales kommen viele Durchsickerungen vor, so dass selbst in grossen Entfernungen von den Dämmen förmliche Quellen zutage treten, die direct mit dem Flusse in Verbindung sind. Sie bilden oft die Veranlassung zu Dammbrüchen, indem sie oft von den Besitzern der Häuser oder Grundstücke, in denen sie entspringen, verheimlicht werden, so dass rechtzeitige Maassnahmen gegen die Vergrösserung derartiger Sickerungen nicht immer rechtzeitig getroffen werden können.

Gegen Sickerungen wurden Lehmschläge, Betonmauern und andere übliche Mittel mit wechselndem Erfolge angewendet. Nach Aussage der bauleitenden Ingenieure sind alle diese Mittel problematisch, indem das Sickerwasser sich unter den Lehm- oder Betonkernen allzuhäufig durchdrückt.

Das beste Mittel ist eben die Erhöhung des Dammgewichtes durch Anbringung von breiten und massigen Rückenverstärkungen. Aehnlich wie ein Gewicht, mit dem ein voll-

[1] Bocchi.

gesogener Schwamm belastet wird, dessen Wasseraufnahmsfähigkeit hindert oder vermindert, wirken die massigen Dämme durch ihr grosses Gewicht auf den durchtränkten Boden und verhindern die Sickerungen.

Die Ausdehnung der Dämme und der einzelnen Kategorien der Verstärkungen am Rücken oder auf der Wasserseite ist aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle über die Längenausdehnung und Construction der Etsch-Dämme.

Grenzen der Damm-Strecken	Länge in *m*			Banche (Rückenverstärkung)		Sottobanche und Piazze basse		Uferschutz-Werke Länge in *m*	Länge des nassen Ufers in *m*		
	Zusammen	Froldo	Golena	Anzahl	Länge in *m*	Zahl	Länge in *m*		Zusammen	in Geraden	in Curven
Auf der rechten Seite: Von Civettino in der Provinz Verona bis zum Sostegno Tornova in der Provinz Venedig	124566	91241	33324	153	115428	124	37569	78087			
									123909	75768	58141
Auf der linken Seite: Von der Chiavica delle Torbide in der Provinz Verona bis zur Einmündung des Canal Busola bei Porto Fossone in der Provinz Venedig	124863	88111	36752	47	107202	94	21330	93995			
Zusammen	249429	179352	70076	200	222630	218	58899	172082	123909	65768	58141

Die Flussbreiten, dass ist die Entfernung der inwendigen Dammkronenkanten, wurden von der technischen Commission in den Jahren 1882—84 nachstehend constatiert:

Albaredo	bergwärts	400 *m*
	dortselbst	240 *m*
	thalwärts	300 *m*
Bovavigo	von 300 *m* bis	240 *m*
Angiari		300 *m*
Legnago	bergwärts	300 *m*
	bei der Brücke	100 *m*
	thalwärts	230 *m*
	noch weiter thalabwärts . .	300 *m*
Masi	von 170 *m* bis	140 *m*
Piacenza d'Adige		130 *m*
Cà Morosini		140 *m*
Conca di rame . . .	von 150 *m* bis	130 *m*
Boara	„ 128 *m* „	110 *m*
Pettorazza	„ 115 *m* „	125 *m*
Cavarzere	„ 112 *m* „	115 *m*
Rivoltante		120 *m*
Ca Briani		131 *m*
St. Pietro		135 *m*
Tornova		120 *m*.

In Anbetracht dieser willkürlich wechselnden Breiten beschloss die erwähnte technische Commission, dass oberhalb von Albaredo, wo die Etsch noch in den Ufern tief eingeschnitten ist, die Dammzurücksetzungen (ritiri d'argine) jeder anderen Arbeit vorzuziehen seien, dass aber von Albaredo bis Legnago die Breite nicht kleiner sein soll als 300 *m*; von Legnago bis Badia soll die Breite nach und nach von 150 *m* auf 130 *m* übergehen, während in der ganzen übrigen Strecke die Breite von 130 *m* beibehalten werden soll.

Diese Breiten sollten nach und nach gelegentlich der vorzunehmenden Arbeiten erzielt werden.

Rücksichtlich der Richtungsverbesserung wurde im Laufe der Zeit seit dem Jahre 1678 bis 1845 eine Reihe von Durchstichen ausgeführt, über welche das Nähere aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen ist:

Uebersicht der Durchstiche an der Etsch.

Nro.	Ort	Jahr der Ausführung	Flusslänge in *m* vor der Regulirung	Flusslänge in *m* nach der Regulirung	Abkürzung des Flusslaufes in *m*	Chronologische Reihenfolge der Ausführung
1.	Volta Villabona und Castelbaldo bei Villabona . . .	1842	3250	2800	450	V
2.	Volta Ronchi und Marchesane bei Badia	1678	3780	3460	320	I
3.	Volta Piacenza bei Piacenza	1678	1730	860	870	
4.	Volta Zacco und Barducchi in Concadirame	1842	1800	1300	500	V
5.	Volta Chiesa Boara oberhalb Rovigo	1842	2200	1700	500	
6.	Volta Morosina bei San Martino	1784	1810	1320	490	IV
7.	Volta Camponovo bei Borgoforte	1848	1850	1340	510	VII
8.	Volta Pettorazza, Oca, Fasolo, Marise bei Pettorazza	1783	7800	4600	3200	III
9.	Volta Anconetta und Galianta bei Cavarzere . . .	1845	1300	1200	100	VI
10.	Volta Viola unterhalb Cavarzere	1759	2160	1520	640	II
11.	Volta Rivoltante bei S. Pietro	1759	1730	1260	470	
	Zusammen . . .		29410	21360		

77. Capitel.

Die Wasserstände der Etsch.

Vom letzten Pegel auf österreichischem Gebiete in Borghetto ist der nächste Pegel an der Etsch im italienischen Gebiete derjenige bei Ceraino, welcher vom letzteren 22·194 *km* flussabwärts gelegen ist. Dann finden sich wieder erst in Verona zwei Pegel. Weiter folgen die Pegel von Zevio, Nicolon, Bionde, Ronco, Albaredo, Roverchiara, Bonavigo, Angiari, Legnago, Villa Bartolomea, Nichesola, Carpi, Begosso, Castagnaro, Castelbaldo, Masi, Badia, Piacenza, Villafora, Balduina, Barbuglio, Cà Morosini, Lusia, Cà Zen, Concadirame, Boara Pisani, Boara Polesine, St. Daniele, St. Martino, Anguillara, Borgoforte, Beverara, Pettorazza, Rottanova 1, Rottanova 2, Volta Marice, Cavarzere, Cà Mastini, Viola, Cà Briani, St. Pietro, Tornova und Cavanella d'Adige.

Die Wässer der Etsch in Italien erreichen zweimal des Jahres ein Maximum, einmal im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze im Gebirge, und einmal im Herbste zur Zeit der grossen Herbstregen, welche zumeist im September und October, noch eher aber im October stattfinden.

Die Frühjahrshochwässer dauern viel länger als die Herbsthochwässer, sind aber in der Regel nicht so stürmisch wie die Herbsthochwässer. Gleichwohl kommen Dammbrüche an der Etsch im Frühjahre häufiger vor als im Herbste, weil durch die lange Dauer der Frühjahrshochwässer die meist sandigen Dämme durchtränkt und gelockert werden.

Im Herbste hingegen dauern die Hochwässer in der Regel nicht so lange. Da aber in dieser Jahreszeit gewaltige Regengüsse in den Gebirgen niedergehen und überdies die sciroccalen Winde den im Gebirge häufig bereits in grossen Massen gefallenen frischen Neuschnee leichter zum Schmelzen bringen, als es den Frühjahrswinden möglich ist, so sind die Herbsthochwässer in der Regel die grösseren, plötzlich und gefährlich auftretenden, daher sie auch bei Dammbrüchen von grösseren Zerstörungen begleitet sind.

Erfahrungsmässig entfallen von 100 Dammbrüchen auf das Frühjahr 60, den Sommer 7, den Herbst 33. Im Winter kamen Dammbrüche in Italien niemals vor, da dies die Zeit der niedrigsten Wässer ist und die Niederschläge im Gebirge, welche den grössten Ausschlag geben, in Form von Schnee niederfallen und grossentheils bis zum Frühjahre liegen bleiben.

Die mittleren Wasserstände der Etsch am Pegel von St. Gaetano in Verona in den einzelnen Monaten des Jahres sind aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

Monat	Monatsmittel von 12 Jahren 1862 bis 1873 unter Guardia N.		
	Minimum	Mittel	Maximum
Jänner	2·264	2·099	1·813
Februar	2·297	2·233	2·090
März	2·227	2·027	1·610
April	1·992	1·620	0·948
Mai	1·449	0·875	0·217
Juni	1·150	0·687	0·136 (über G. N.)
Juli	1·324	0·979	0·394
August	1·554	1·194	0·422
September	1·728	1·325	0·057
October	1·773	1·369	0·228
November	1·859	1·545	0·828
December	2·071	1·902	1·517
Zwölfjährige Mittel	1·808	1·489	0·854

Die Dauer, durch welche einzelne Wasserstände anhalten, ist aus nachstehender Zusammenstellung zu entnehmen, welche auf den in den Jahren 1868 bis 1876 in Legnago gemachten Erfahrungen beruht. Es waren in dieser Periode durchschnittlich folgende Wasserstände im Jahre

durch 75 Tage . . . 2·00 *m* unter Guardia Normale
„ 85 „ . . . 1·50 *m* „ „ „
„ 75 „ . . . 1·00 *m* „ „ „
„ 64 „ . . . 0·50 *m* „ „ „
„ 36 „ . . . Guardia Normale
„ 18 „ . . . 0·50 *m* über Guardia Normale
„ 10 „ . . . 1·00 *m* „ „ „
„ 2 „ . . . 1·50 *m* bis 2·53 über Guard. Norm.
Total 365 Tage.

In 365 Tagen waren daher 66 Tage, an denen der Fluss bei oder über Guardia-Höhe war.

Was die Anzahl der bisher beobachteten Hochwässer mit Ueberschwemmungen anbelangt, so wurden in Legnago seit der historisch bekannten grossen Katastrophe des Jahres 589 bis 1883 im ganzen 236 gezählt, daher durchschnittlich alle $5^1/_2$ Jahre eine Ueberschwemmung stattgefunden hat.

Dammdurchbrüche wurden nach Bocchi 136 gezählt, nach den Angaben des Ministero dei lavori pubblici 148.

Es entfällt daher rund auf je 10 Jahre ein Dammbruch in der Zeit vom Jahre 589 bis 1883, was mit Rücksicht auf den bis vor kurzem sehr unvollkommenen Zustand der Dämme erstaunlich wenig und geradezu verschwindend ist, gegen den Schutz, den diese Dämme den reichen Culturen, die erst durch sie ermöglicht wurden, alljährlich oft durch Monate hindurch gewähren.

Wie oft dieser Nutzen thatsächlich vorhanden war, geht aus dem Umstande hervor, dass bei Boara Pisani vom Jahre 1844 bis 1874, also bloss innerhalb 30 Jahren, 156 Hochwässer, also jährlich $5^1/_2$ Hochwässer, stattgefunden haben.

In der Zeit von 1500 bis 1883 fanden an der italienischen Etsch 97 Hochwässer mit Ueberschwemmungen statt, von denen auf das sechzehnte Jahrhundert 30, auf das siebzehnte 32, auf das achtzehnte 28 und auf das neunzehnte in den letzten 90 Jahren nur 7 entfallen.

Man sieht daraus die rapide Abnahme der Ueberschwemmungen durch die Verbesserung der Dämme zu Anfang dieses Jahrhunderts.

Die 146 Hochwässer mit Ueberschwemmungen vertheilen sich auf die einzelnen Monate des Jahres folgendermaassen:

Datum der Ueberschwemmung	Anzahl der Ueber-schwemmungen	Percent
Jänner	—	—
Februar	—	—
März	1	0·7
April	6	4·3
Mai	26	18·0
Juni	30	20·5
Juli	5	3·5
August	5	3·5
September	14	9·5
October	40	27·5
November	16	10·5
December	3	2·0
Zusammen	146	100

Es sollte darnach scheinen, dass die Hochwässer im Herbst die häufigsten wären, indem beispielsweise nach obiger Tabelle auf den October 27·5% und auf den Juni bloss 20·5% der Gesammtanzahl der Hochwässer entfällt. Dieses ist jedoch nur scheinbar, weil sich in der ältesten Zeit bloss Nachrichten von grossen und besonders schädlichen Hochwässern erhalten haben, diejenigen der bekanntlich minder schädlichen Frühjahrs-Hochwässer aber zum grossen Theile nicht auf die Nachwelt gekommen sind.

Dies wird bestätigt, wenn man eine ähnliche Zusammenstellung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten aus der Zeit von 1844 bis 1877, wo bereits eine genaue Registrierung der Hochwässer stattgefunden hat, betrachtet. Nach dieser Zusammenstellung vertheilen sich die Hochwässer auf die einzelnen Monate des Jahres folgendermaassen:

Name des Monates	Anzahl der Hochwässer	Percentzsatz
Jänner	—	—
Februar	—	—
März	7	4·5
April	6	4·0
Mai	14	9·0
Juni	39	25·0
Juli	31	20·0
August	15	10·0
September	11	7·0
October	20	12·0
November	9	6·0
December	4	2·5
Im ganzen	156	100·0

Darnach sieht man, dass im October 12%, im Juni aber 25%, also mehr als die doppelte Anzahl der Hochwässer stattgefunden hat, wie es auch thatsächlich stets der Fall war.

Was die Grösse der bisher stattgehabten Hochwässer anbelangt, so war zweifellos dasjenige vom Jahre 589 n. Chr. das grösste Hochwasser bis 1882 und höchstwahrscheinlich auch grösser als das letztere.

Ueber diese Ueberschwemmung schreibt Paulus Diaconus,[1] dass die Etsch damals so hoch stieg, dass das Wasser bei der Kirche des h. Zeno in Verona bis zu den oberen Fenstern reichte.

Selbstverständlich handelt es sich hiebei nicht um die gegenwärtige Basilika von St. Zeno, welche im neunten Jahrhunderte gegründet worden ist, sondern um eine ältere, wahrscheinlich in unmittelbarer Nähe der jetzigen Basilika bestanden habende Kirche, welche zwei Reihen Fenster hatte.

Hierüber sind jedoch die maassgebenden Fachleute nicht einig, um welche Kirche es sich eigentlich handelt. Einige vermuthen die Kirche St. Zeno, von welcher Paulus Diaconus schreibt, im Oratorium beim Castelvecchio, andere wieder in der kleinen Kapelle im alten Kloster neben der gegenwärtig bestehenden Basilika von St. Zeno.

Die Fenster der letzteren kleinen Kapelle sind nach Bocchi 2·55 *m* über dem Hochwasser des Jahres 1868, es wäre demnach ziemlich wahrscheinlich, dass das Hochwasser vom Jahre 589 noch um diesen Betrag höher gewesen sei, als dasjenige vom Jahre 1868.

Dementgegen hätten nach Biadego[2] die früher bestandenen oberen Fenster die Cote 66 *m* über dem Meer gehabt, so dass dem Hochwasser vom Jahre 1882, welches an dieser Stelle die Cote 61 *m* über dem Meer hatte, gegenüber, das Hochwasser 589 um 5 *m* statt 2·55 *m* höher gewesen wäre. Diese Differenz wird vermuthlich darin ihren Grund haben, dass Bocchi die unteren Fenster in Betracht zog, während es sich um „obere Fenster" handelt, da Paulus Diaconus ausdrücklich schreibt: „usque ad superiores fenestras aqua pertingeret." Sollte jedoch Paulus Diaconus die kleine Kirche St. Zeno in Oratorio gemeint haben, bei welcher das 1882er Hochwasser die Cote 59·95 *m* über dem Meer erreichte, dann wäre das 589er Hochwasser um 6 *m* höher gewesen, als das 1882er Hochwasser.

Biadego will dieser enormen Höhe nicht recht Glauben schenken und vermuthet einen Irrthum, es bleibt jedoch fraglich, ob, besonders bei Annahme irgend einer Stauung innerhalb Verona's, nicht doch diese grosse Mehrhöhe richtig sein kann.

[1] Paulus Diaconus: „Monumenta Germaniae Historica. Scriptores rer. Longob. et Italicar. Saec. IV.—IX."

[2] Monografie tecniche.

Jedenfalls kann man mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass das 589er Hochwasser bisher das grösste und selbst dasjenige vom Jahre 1882 weit überragende Hochwasser gewesen ist, denn auch die Beschreibung der ganzen Nebenumstände der Ueberschwemmung ist eine solche, welche den Umfang derjenigen vom Jahre 1882 weit übersteigt.

Ein nächstes grosses Hochwasser trat im Jahre 1153 ein, wobei die Brücken „Ponte Rotto", „Ponte della Pietra" und „Ponte delle Navi" zerstört und das Hochwasser bis zum Hochaltar des Domes gereicht hat. Nachdem hier das Hochwasser des Jahres 1882 die Höhe von 1·08 *m* über dem Kirchenpflaster erreichte, so muss dieses Hochwasser nur ganz unbedeutend niedriger als das 1882er gewesen sein.

Ebenso scheint die Ueberschwemmung des Jahres 1239 auch grösser gewesen zu sein, als die vom Jahre 1882, denn nach den Berichten soll dasselbe drei Brücken und einen Theil der Stadtmauern weggerissen haben und so gross gewesen sein, dass seit 300 Jahren kein ähnliches stattgefunden hätte.

Im Jahre 1493 fand ebenfalls ein grosses Hochwasser statt, welches den „Ponte Navi" und einen Theil der Stadtmauern einriss. Von diesem Hochwasser hat man die Höhenmarke nach der Höhenmarke des Hochwassers vom Jahre 1512 bestimmen können, es ist sonach die älteste thatsächlich messbare Höhenmarke.

Im Klostergang von St. Bernardino sind von nun an alle Hochwässer verzeichnet und aus nachstehender Zusammenstellung zu ersehen:

Hochwasser	1493	Höhe über der Schwelle	0·67 *m*
„	1512	„ „ „ „	1·69 „
„	1520	„ „ „ „	0·33 „
„	1567	„ „ „ „	2·25 „
„	1719	„ „ „ „	0·74 „
„	1757	„ „ „ „	2·13 „
„	1776	„ „ „ „	1·89 „
„	1882	„ „ „ „	2·24 „

Die grössten der zweifellos markierten Hochwässer in Verona sind demnach diejenigen der Jahre 1567, 1757 und 1882, wobei dasjenige vom Jahre 1567 das allergrösste und noch um 1 *cm* höher war, als das 1882er Hochwasser.

Das Hochwasser vom Jahre 1757 war dem 1882er nahezu gleich, nämlich bloss um 11 *cm* niedriger, diejenigen der Jahre 1512 und 1776 auch nur unbedeutend niedriger. Alle aber wurden zweifellos vom 589er Hochwasser weitaus überragt.

Nicht unbemerkt soll jedoch bleiben, dass rücksichtlich der Höhe des Hochwassers vom Jahre 1567 die Höhenmarken untereinander nicht alle übereinstimmen. Die Marke in Vicolo Santa Caterina zeigt dasselbe um 1·18 *m*, diejenige von St. Giovanni in Fonte um 0·37 *m* und diejenige von St. Bernardino um 0·01 *m* höher als das 1882er Hochwasser, wogegen fünf andere Marken dasselbe Hochwasser tiefer als dasjenige vom Jahre 1882 anzeigen.

Ingenieur Zanella[1] schliesst aus den Vergleichen dieser Hochwasserstände, dass sich hieraus eine Zunahme derselben im Laufe der vergangenen Jahrhunderte nicht schliessen lasse, eine Annahme, die gewiss richtig ist, denn um einen solchen Schluss ziehen zu wollen, müsste man offenbar ganz andere und eingehendere Daten besitzen, als einige Hochwassermarken, die noch obendrein zu dem Resultate führen, dass in vergangenen Jahrhunderten, insbesondere im Jahre 589 und 1567 die Hochwässer noch grösser und in vielen anderen Fällen fast ebenso gross waren, als unser bekanntes grösstes Hochwasser der Gegenwart, nämlich dasjenige vom Jahre 1882.

[1] Osservazioni intorno ai tagli d'Adige in Tirolo, Verona 1877.

78. Capitel.

Die Ursachen des Hochwassers vom Jahre 1882.

Das Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Rom hat in einer Publication[1] die Hochwasserstände der Etsch in Italien mit den gefallenen Regenmengen in Vergleich gezogen, woraus sich Nachstehendes ergeben hat:

Das Jahresmittel der Regenmenge in Verona beträgt 843 *mm*, das Mittel der Anzahl der Regentage im Jahre beträgt 90.

Die Höhe des Regens betrug an den nachstehenden Tagen im September 1882:

am 11. September	18 *mm*
„ 12. „	15 „
„ 13. „	5 „
„ 14. „	8 „
„ 15. „	43 „
„ 16. „	21 „
„ 17. „	135 „
„ 18. „	74 „
„ 19. „	5 „
„ 20. „	21 „

Die Gesammthöhe des Regens in der zweiten Decade des September 1882 betrug 420 *mm*.

Das Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Rom schreibt weiters:

„Die Regenbeobachtungen in Udine, Belluno, Treviso, Vicenza, Padova, Verona, Venezia und Chioggia, welche viele Jahre zurückreichen, gestatten es uns angemessene Vergleiche anzustellen, aus welchen hervorgeht, wie ganz ausnahmsweise regnerisch der September 1882 sowohl rücksichtlich der Anzahl der Regentage, als der gefallenen Wassermenge im Vergleiche zu einer langen Periode von Jahren gewesen ist."

„Ein Vergleich, der noch zutreffender wird, wenn man bedenkt, dass die im September 1882 gefallene Regenmenge ganz auf die zweite Decade dieses Monates entfiel."

Aus den Regenmessungen einer Periode von 81 Jahren (!) ergibt sich das Mittel der Regenmenge im ganzen Monat September mit 82 *mm*, die mittlere Anzahl der Regentage im September mit 7 Tagen, währenddem im September 1882 im ganzen 420 *mm* Regen fiel und die Anzahl der Regentage 16 betrug.

Es fiel also im Verlaufe von 16 Tagen soviel Regen nieder, als sonst im halben Jahre.

Durch die fortwährenden intensiven Regen vom 11. bis 17. September wurde der Boden vollkommen mit Wasser durchtränkt, so dass der weiter fallende Niederschlag nicht mehr in den Boden einsickerte, sondern durch die Bäche und Nebenflüsse fast voll in die Etsch gelangte. Als nun der Wolkenbruch vom 17. September die enorme Regenmenge von 135 *mm* brachte, erreichten die Wasserstände die Culmination.

In den Tagen vom 14. bis zum 18. September erreichte der Fluss mit rapidem Steigen die ausserordentliche Höhe des 18. September.

Die Stadt Verona wurde zu drei Vierteln überschwemmt und so gross war die Wasserkraft, dass drei Brücken und 32 Häuser weggerissen, 40 andere Häuser stark beschädigt wurden.

Der Gasometer wurde überschwemmt, so dass die Stadt Verona drei Nächte ohne Licht war.

Fragt man daher nach der Ursache dieser furchtbaren Ueberschwemmung, so war es keineswegs eine fehlerhafte Flussregulierung, denn die Etsch-Regulierung in Tirol hatte damals kaum begonnen und das Etsch-Thal war dort so überschwemmt, wie bei allen früheren Ueberschwemmungen, es war auch keine Erhöhung der Flussohle durch Geschiebe von Nebenflüssen und Wildbächen, denn die Flussohle in Verona hat sich nicht gehoben, es war die Ursache lediglich in den ganz ungeheueren Wassermengen, indem in der 2. Decade des September 1882 mehr als 4-mal so viel Regen fiel, als sonst nach 81-jährigem Durchschnitt in dem genannten ganzen Monat.

Hiedurch und durch die vorausgehenden langen Regen ist alles genügend erklärt, daher auch alle Beschuldigungen, die gegen das System der Flussregulierung nach dem Jahre 1882 als angeblicher Ursache dieser Katastrophe vorgebracht worden sind, ganz offenbar den Thatsachen nicht entsprechen und wenn sie auch einem wohlgemeinten Eifer entspringen, vom fachlichen Standpunkt keine Beachtung verdienen.

[1] Ministero dei lavori pubblici. Cenni monografici sui singoli servizj (Roma 1884).

79. Capitel.

Die Wassermengen der Etsch in Italien.

Allgemeiner Zusammenhang der Wasserstände mit den Wassermengen.

Um die Wassermengen der Etsch bei verschiedenen Wasserständen zu ermitteln, wurden an einer ziemlich regelmässigen Flusstrecke bei Albaredo Erhebungen der Querprofile, Gefälle u. s. w. vorgenommen, worauf mit Zuhilfenahme der Bazin'schen Formel sich nachstehende Resultate ergeben haben.[1]

Wasserstand in *m* unter Guardia	Wasserstand in *m* ober Guardia	Wassermenge per Secunde in m^3
2·00	—	102·66
1·50	—	220·32
1·00	—	365·75
0·50	—	534·41
0·00	0·00	728·57
—	0·50	940·33
—	1·00	1164·73
—	1·50	1411·72
—	2·00	1673·16
—	2·24	1803·26

Directe Messungen der Niederwässer.

Als es sich im Jahre 1869 darum handelte das Wasser der Etsch für die Bewässerung des Agro Veronese zu entnehmen, wurden durch Herrn Ingenieur Cavagliere Zucchelli in der Zeit vom 24. Februar bis 24. März 1869 Wassermessungen bei niederen Ständen von 1·94 bis 1·29 *m* unter Guardia mittelst Schwimmern vorgenommen.

Es wurde hiezu eine 100 *m* lange Flusstrecke etwas oberhalb Angiari in der Localität Boschirolo gewählt, welche ziemlich geradlinig, gleichmässig breit und tief war und eine ruhige gleichmässige Bewegung aufwies.

Am linken Ufer wurde die 100 *m* lange Fundamentallinie und an ihren Endpunkten zwei Querschnitte senkrecht zur Flussrichtung abgesteckt und aufgenommen.

Für die Geschwindigkeitsmessung wurden Schwimmer gewählt, gebildet aus einem cylindrischen Recipienten aus Tannenholz, 0·22 *m* im Durchmesser breit, 0·30 *m* hoch und mit Blei in die betreffende Tiefe equilibriert. Um den Schwimmer beobachten zu können, wurde er mit einem Hanffaden mit einer elliptisch geformten 0·35 *m* langen, 0·25 *m* breiten und

[1] Ministero dei lavori pubblici: Sull' idrografia e sull' idraulica fluviale in Italia.

0·02 *m* dicken Korkplatte verbunden und auf letztere ein Papierfähnchen auf einem Drahtstiel angebracht.

Die Messung wurde in nachstehender Weise ausgeführt: Jedes der beiden Querprofile an den Enden der Fundamentallinie wurde der Breite nach in fünf nahezu gleiche Abtheilungen getheilt und die Mitte jeder Abtheilung durch Signale am Terrain markiert.

20 *m* oberhalb des oberen Querprofiles wurde in der Verlängerung jeder der Linien, welche die Axen der einzelnen Abtheilungen bildeten, eine Barke verankert und mit Hilfe derselben die Schwimmer ins Wasser gesetzt.

Dies geschah in der Weise, dass sie mit ihren Mittelpunkten in Entfernungen von 0·35, 0·85, 1·35 und 1·85 *m* vom Wasserspiegel eingesetzt werden konnten. Ueberdies wurde in jeder Abtheilung noch die Oberflächengeschwindigkeit mit einem einfachen Schwimmer gemessen.

Die so gewonnenen Resultate wurden graphisch aufgetragen und durch eine thunlichst anschliessende Curve verbunden. (Fig. 54.) Nachdem bei der Wassertiefe 0·00 über dem Flussgrunde auch selbstverständlich die Wassermenge Null sein muss, weiters die Curve der Wassermengen nach oben concav ist, so wurde die Curve demgemäss so vervollständigt, wie es in Fig. 54 ersichtlich ist.

Das gewöhnliche Niederwasser betrug 157 m^3 per Secunde.

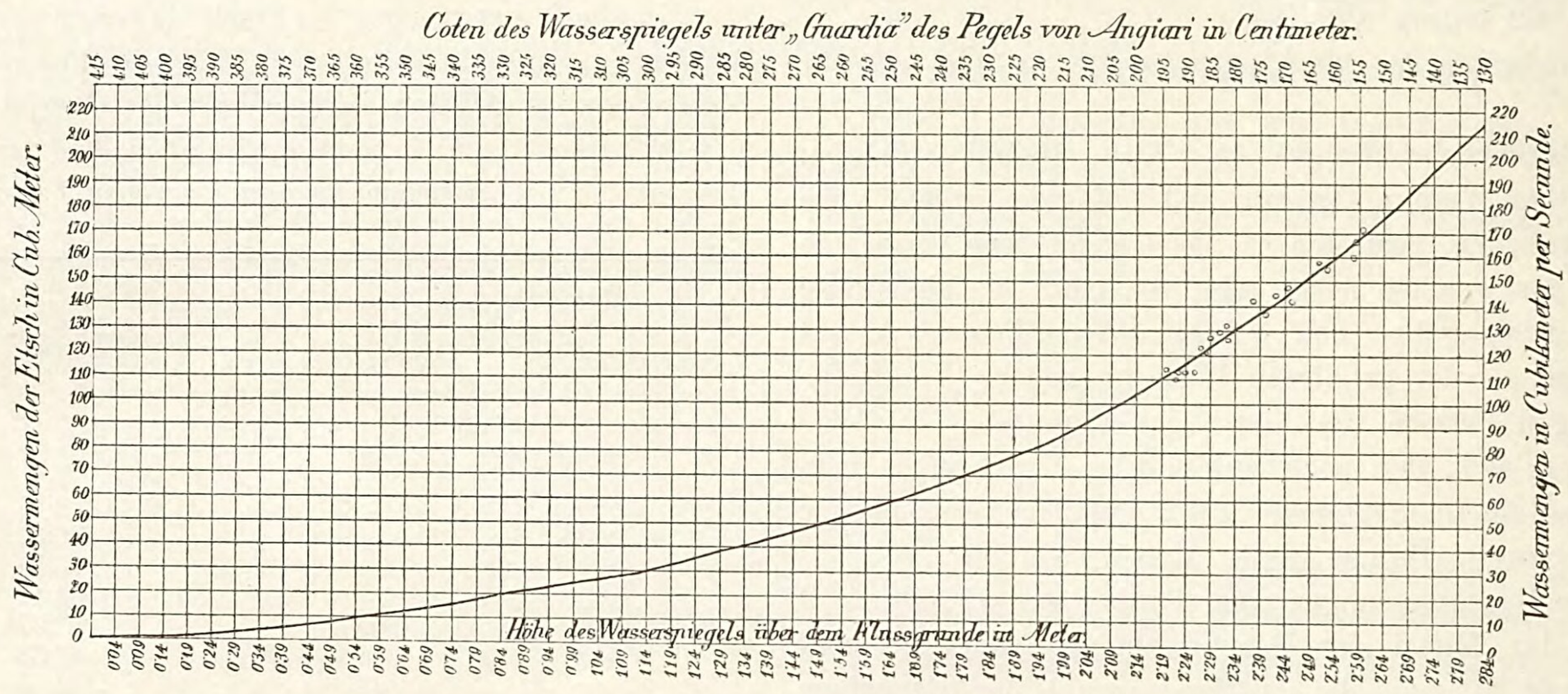
Die erwähnte Tabelle gibt demnach die Wassermengen für die Wassertiefen über dem Flussgrunde von Null bis 2·48 *m* und für Wasserstände der Etsch von 1·30 *m* bis 4·15 *m* unter dem Zeichen „Guardia."

Die kleinsten Niederwässer der Etsch betragen 100 m^3 per Secunde; es trägt daher der unterste Theil der Curve von 0 bis 100 nur dazu bei, den gesetzmässigen Verlauf derselben anzudeuten, überdies aber zu zeigen, welche Senkung der Etsch-

Fig. 54.

Diagramm der Wassermengen der Etsch.

Maasstab 0·0005 *m* = 1 m^3 Wassermenge.
„ 0·001 *m* = 1 *m* der Höhen.



Auf Grund dieser sehr genau vorgenommenen Messungen und den daraus berechneten Resultaten ergaben sich nachstehende Werte für die durchfliessenden Wassermengen:

Höhe des Wasserspiegels am Pegel von Angiari unter Guardia in *m*	Durchflussmenge in m^3 per Secunde	
1·94	112·84	
1·93	109·88	
1·92	113·27	
1·91	113·06	
1·90	112·43	
1·87	124·08	
1·86	121·31	
1·85	127·27	
1·84	129·53	
1·83	131·80	
1·82	127·41	
1·76	142·75	
1·74	138·97	
1·72	145·80	
1·70	146·74	
1·69	143·23	
1·63	157·13	gewöhnliches Niederwasser
1·62	156·77	
1·57	159·57	
1·56	167·54	
1·55	170·30	
1·29	208·92	

Spiegel bei Niederwasser erfahren hätte, falls dem Flusse Wasser für die Anfeuchtung des Agro Veronese entnommen worden wäre.

80. Capitel.

Die Hochwassermengen der Etsch in Italien.

Das Mittel der Wassermengen im Jahre, in Italien allgemein „Modulo" genannt, beträgt für die Etsch in Albaredo 220 m^3 per Secunde.

Sehr verschieden sind die Angaben über die grössten Hochwassermengen der Etsch in Italien.

Lombardini[1] gibt für die Etsch bei Badia die Hochwassermenge mit 2400 m^3 per Secunde an.

Für Trient betrachtet es derselbe Schriftsteller nicht als ausgeschlossen, dass die Etsch dort bis 4000 m^3 per Secunde führe.

Demgemäss citiert auch Bocchi in seinem Trattato Geografico-economico, dass die Etsch bei Trient 4000 m^3 Hochwasser per Secunde führe.

In seinem später erschienenen kleinen Werkchen „L'Adige" (Adria 1884—85) hingegen meint Bocchi, dass man der

[1] Studi idrologici e storici sopra il grande estuario adriatico ecc., Milano 1869.

letzteren Ziffer keinen Glauben schenken könne, indem es sich hiebei höchtwahrscheinlich nur um einen Druckfehler handle.

Dieser Behauptung Bocchi's kann Verfasser nicht beistimmen, denn, nachdem zwischen Trient und Verona nur unbedeutende Zuflüsse in die Etsch gelangen, muss die Hochwasserwelle bei Trient, wo aus den höchsten Gebirgen die Wässer in kurzem Laufe zusammenströmen und beispielsweise schon der unmittelbar oberhalb einmündende Avisio allein 1200 m^3 Wasser per Secunde führen kann, offenbar eine weit grössere Höhe erreichen, als bei Verona, wo sich die Hochwasserwelle bereits verflacht haben muss.

Dies wusste Lombardini offenbar und erachtete es nicht für ausgeschlossen, dass die Hochwassermenge in Trient bis zu 4000 m^3 per Secunde ansteigen könne.

Die neuen Berechnungen in Trient differieren denn auch von dieser Ziffer nicht um vieles, so dass von einem Druckfehler nicht gesprochen werden darf.

Die mit 2400 m^3 geschätzte Wassermenge der Etsch ist Lombardini als sehr gering aufgefallen im Verhältnisse zum Niederschlagsgebiete und im Vergleich zu den benachbarten Flüssen.

Da jedoch im Jahre 1829 durch die Entlastungsschleusse des Castagnaro die Wassermenge

$$Q_2 = 170\, m^3 \text{ per Secunde}$$

abfloss, so ergab sich die Gesammtwassermenge Q mit

$$Q = Q_1 + Q_2 = 1769\, m^3 \text{ per Secunde.}$$

Es muss nun bemerkt werden, dass diese Wassermenge, welche im Jahre 1829 durch die Etsch floss, allerdings in der Flusstrecke, in welcher Paleocapa die Berechnung ausführte, innerhalb der Dämme abfloss, dass dieselbe aber keineswegs das höchste Hochwasser war, indem am 22. September 1829 der Wasserstand in Verona bloss 1·79 über Guardia erreichte, also um 0·45 *m* weniger, als dies im Jahre 1882 der Fall war.

Ueberdies war das Inundationsgebiet damals doch noch weit grösser als gegenwärtig, wo insbesondere in Verona nach dem Jahre 1868 alle Uferschutzwerke 80 *cm* über den letzteren Wasserstand gebracht worden sind und gegenwärtig in dieser Stadt die grossartige Regulierung eben im Zuge ist.

Schliesslich kommen infolge der Etsch-Regulierungsarbeiten in Tirol die Hochwässer bereits sehr concentriert in

Fig. 55.

Querprofil der Etsch oberhalb Badia im Jahre 1839.

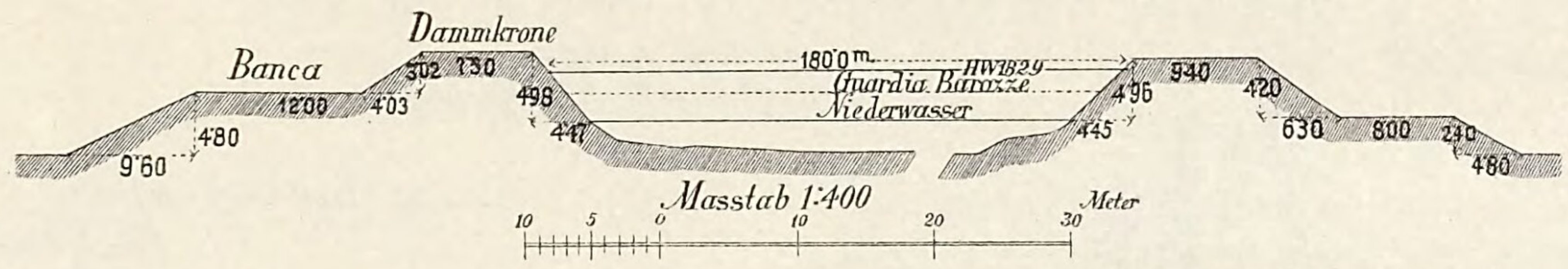
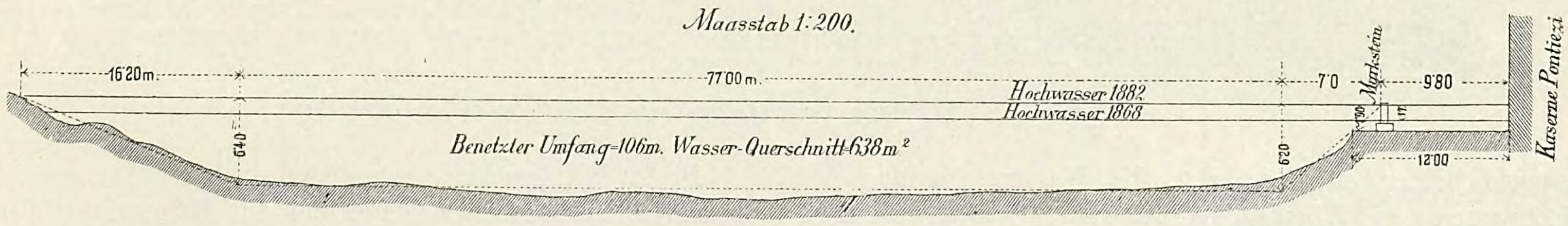


Fig. 56.

Querprofil der Etsch beim Gasometer in Verona.



Eine weitere Berechnung der Hochwassermenge liegt aus dem Jahre 1829 von Paleocapa vor.

Paleocapa wählte hiezu eine sehr regelmässige Strecke zwischen dem damals noch bestandenen Entlastungsgraben „Castagnaro“ und Badia und nahm das Hochwasser 1829, welches vollständig innerhalb der Dämme abfloss als maassgebend an. Er ermittelte das mittlere Gefälle mit 0·000267 *m* per Meter, den Wasserquerschnitt des in Fig. 55 dargestellten Querprofiles mit 878 m^2, den benetzten Umfang mit 190 *m*, so dass der hydraulische Radius des Profiles sich mit 4·62 *m* ergab.

Er verwendete sodann die Eitelwein'sche Formel

$$u = -0{\cdot}0038375\,.\,g + \sqrt{0{\cdot}00001145\, g^2 + 2789\, D \cos\varphi}$$

wobei

$$g = 9{\cdot}80808$$
$$\cos\varphi = 0{\cdot}000267$$
$$D = 4{\cdot}62,$$

daher die mittlere Geschwindigkeit

$$u = 1{\cdot}82\, m \text{ per Secunde.}$$

Die Wassermenge per Secunde

$$Q_1 = F\,.\,1{\cdot}82 = 1595\, m^3.$$

Verona an, so dass die von Paleocapa berechnete Hochwassermenge selbstverständlich weitaus zu gering gerechnet ist.

Demgemäss rechnete auch Baccarini[1] das Hochwasser der Etsch auf Grund der Wasserstände am Pegel von St. Salvadore in Verona schon im Jahre 1875 mit 2500 m^3 per Secunde.

Cesarini[2] nahm im Jahre 1876 als Basis für seine Berechnungen das Hochwasser bei Verona mit 2200 m^3 per Secunde an.

Das Bauamt (Ufficio del Genio civile) in Verona rechnete in früheren Jahren die Hochwassermenge mit 1803 m^3.

Das Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Rom rechnete im Jahre 1878, also noch vor dem Hochwasser des Jahres 1882. mit 2500 m^3 per Secunde.

Nach dem Hochwasser des Jahres 1882 wurde ein Project für die Regulierung der Etsch innerhalb Veronas von den Ingenieuren Camis und Cavalleri verfasst, welches dem Verfasser

[1] Acque e trasformazioni idrografiche in Italia, Roma 1875.

[2] Intorno alla difesa dei territori soggetti agli argini dei fiumi in Italia, Roma 1876.

seitens des städtischen Bauamtes in Verona in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt worden ist.[1]

Aus diesem dem Verfasser im Manuscripte vorliegenden Project wird hinsichtlich der Berechnung der grössten Hochwassermenge Nachstehendes entnommen, wobei sich auf das in Fig. 56 dargestellte Querprofil des Etsch-Flusses beim Gasometer in Verona berufen wird.

Aus dem Nivellement ergab sich ein Gefälle des Hochwasserspiegels von 0·002 *m* per Meter (zwei Permille). Aus dem Querprofile Fig. 56 resultiert die Querschnittsfläche des Wasserkörpers $s = 638\,m^2$, der benetzte Umfang $c = 106\,m$.

Bei Anwendung der Formel für die gleichförmige Bewegung ergibt sich daher

$$Q = \sqrt{\frac{p\,s^2}{b\,.\,c}},$$

wobei b den Wert von 0·000382 hat, oder

$$Q = 51{\cdot}14 \sqrt{\frac{0{\cdot}002 \times 638}{106}} = 3580\,m^3.$$

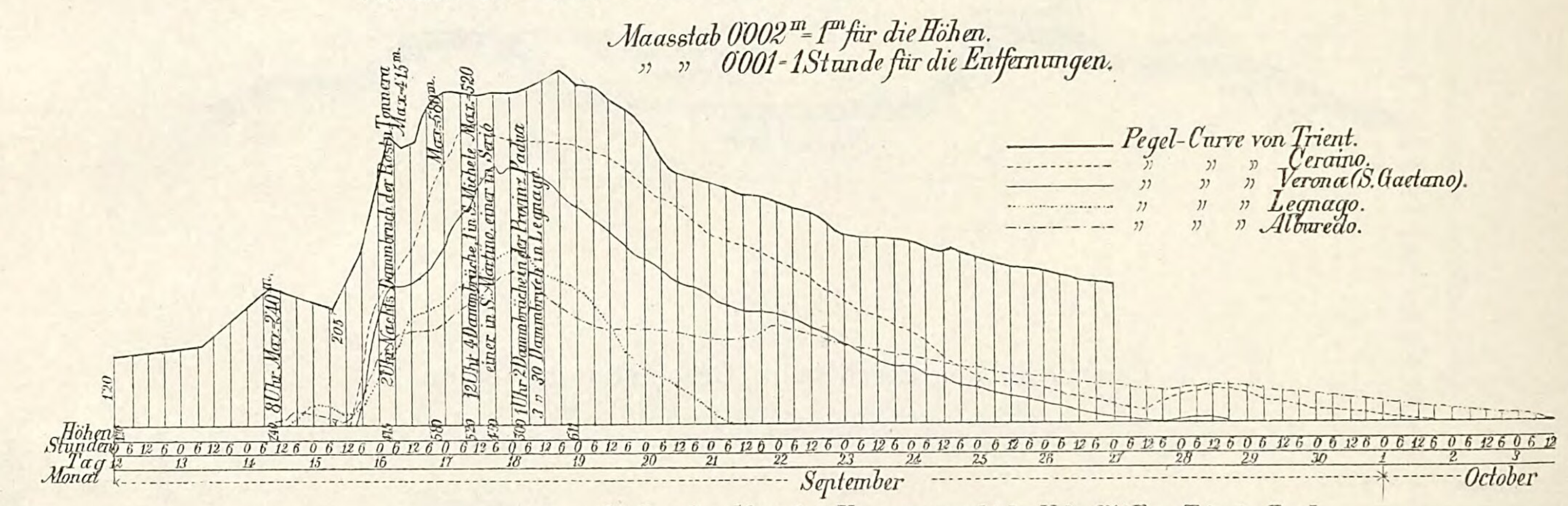
Wird jedoch berücksichtigt, dass durch den Graben bei der Bastion St. Francesco ebenfalls Wasser durchströmte, welches bei der Breite von 50 *m*, der Höhe von 2 *m* und der mittleren Geschwindigkeit von 2 *m* $2 \times 2 \times 50 = 200\,m^3$ per

Bei dieser Berechnung muss jedoch berücksichtigt werden, dass im Jahre 1882 in Tirol, woselbst die Etsch-Regulierung erst im Beginne war, die Thalbecken alle überflutet waren und dass unterhalb Verona Dammbrüche vorgekommen sind, durch welche der Hochwasserspiegel zweifellos gesenkt worden ist.

Für den Fall, dass in Tirol derartige Ueberschwemmungen nicht mehr vorkommen sollten und es gelingen sollte die grössten Hochwässer ohne Dammbrüche im Flussbette zu erhalten, hat aber Herr Professor Turazza eine Hebung des Wasserspiegels in Verona von 1 *m*, Herr Professor Bucchia eine solche von 1·12 *m* berechnet,[1] wodurch eine Vermehrung der Hochwasserconsumtion im Augenblicke der Culmination bei einer Breite des Flussbettes von ca. 100 *m* und einer Geschwindigkeit von 4 *m* per Secunde eine Vermehrung der Hochwassermenge in Verona um mindestens 500 m^3 per Secunde eintreten müsste, auf welche in der von den Herren Camis und Cavalleri gelieferten Ziffer von 3600 m^3 noch keine Rücksicht genommen ist. Es wird sich daher die Wasserconsumtion in Verona entweder schon jetzt oder mindestens in einigen Jahren auf mindestens 4000 m^3 per Secunde belaufen, was auch mit den in Trient neuestens angestellten Berechnungen ziemlich stimmt.

Fig. 57.

Verlauf der Hochwasser-Welle von Trient bis zum Meere.



N.B. Guardia Normale in Verona entspricht der Höhe 2·41 m am Trienter Pegel.

Secunde betrug, so belief sich die Wasserconsumtion des Hochwassers vom 17. September 1882 auf 3800 m^3 per Secunde.

Nach der Formel von Bazin unter Anwendung der Coëfficienten

$\alpha = 0{\cdot}00040$ und

$\beta = 0{\cdot}00070$, ergibt sich

$Q = 3075\,m^3$ per Secunde und einschliesslich des Wassers des erwähnten Grabens mit rund 3300 m^3 per Secunde.

Aehnlich ergibt die Formel von Ganguillet und Kutter mit dem Coëfficienten $n = 0{\cdot}030$

$$Q = 3088\,m^3,$$

daher im ganzen 3300 m^3 per Secunde.

Soweit sind wir den Berechnungen der Herren Camis und Cavalleri gefolgt, nach denen wir für die Wassermenge wohl das Mittel

$$\frac{3300 + 3800}{2} = 3550$$

oder rund 3600 m^3 per Secunde annehmen können.

Diese Wassermenge entspricht auch vollkommen der Fläche des Niederschlagsgebietes und den Abflussverhältnissen des Etsch-Thales, wie wir dies bei der Besprechung der Wassermengen der Etsch bei Trient gesehen haben.

Hiedurch wird die Anomalie der bisher zu gering angenommenen Wassermengen der Etsch, welche schon Lombardini und in neuester Zeit auch Herrn Romuald Iszkowski,[2] k. k. Oberbaurath im Ministerium des Innern in Wien, bedenklich aufgefallen ist, endlich aufgeklärt.

81. Capitel.

Die Vorwärtsbewegung der Hochwasser-Welle von Trient zum Meere.

Werden die Tage als Abscissen (Zeit) und die Höhen der Wasserstände eines Pegels als Ordinaten aufgetragen und die Endpunkte der letzteren als eine continuierliche Curve verbunden, so erhält man ein graphisches Bild des Entstehens, des Ansteigens, Culminierens und Verschwindens des Hochwassers.

[1] Progetto in massima dei lavori occorenti per liberare la città di Verona e l'immediato suburbio dalle inondazioni dell' Adige anche nelle maggiori piene etc., gezeichnet mit den Namen: Vittorio Camis, ingegnere, und Dr. Emilio Cavallieri, ingegnere.

[1] Atti della commissione tecnica 1885.

[2] Berechnung der Hochwassermengen aus den charakteristischen Merkmalen des Flussgebietes (Zeitschrift des öster. Ing.- u. Arch.-Vereines 1882 und 1886).

Wenn man nun derartige Curven für alle nacheinander folgenden Pegel eines Flusslaufes construiert und dieselben dann so übereinanderlegt, dass die die Zeit darstellenden Abscissen zusammenfallen, so kann man den Zusammenhang des Hochwasserphänomens in jeder einzelnen Pegelstation genau verfolgen. Insbesondere gibt die horizontale Distanz der Culminationspunkte zweier solcher Curven, am Abscissen-(Zeit-) Maasstab gemessen, die Anzahl der Stunden, welche die Hochwasserculmination braucht, um sich von der oberen Pegelstation bis zur unteren zu bewegen. Man erhält hiedurch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Hochwasserwelle, ein für die Hochwasserprognose hochwichtiges Element.

In der beistehenden Fig. 57 sind nun die Pegelstände der Stationen Trient, Ceraino, Verona (St. Gaetano), Albaredo und Legnago in der obigen Weise aufeinandergelegt.[1]

Der Zusammenhang der Pegelstände mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Hochwasserwelle von Trient bis Legnago ist aus nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Pegelstation	Entfernung der Pegelstationen in *km*	Zeit, welche die Culmination der Hochwasserwelle gebraucht hat, um zur nächsten Pegelstation zu gelangen, in Stunden
Trient – Ceraino	66·000	10
Ceraino – Verona (S. Gaëtano)	33·563	7
Verona (S. Gaëtano) – Albaredo	36·800	7
Albaredo – Legnago	19·100	7
Summe	155·463	31

Die Hochwasserculmination hat also, um die ganze 155 *km* lange Strecke von Trient nach Legnago zu durchlaufen, nicht weniger als 31 Stunden gebraucht, sich daher mit einer mittleren Geschwindigkeit von 5 *km* per Stunde oder 1·4 *m* per Sec. vorwärts bewegt.

Dieser grosse Zeitraum ermöglicht es oft bei telegraphischer Benachrichtigung aus dem Oberlaufe im Unterlaufe noch rechtzeitig ausgiebige Vorkehrungen zu treffen, die unter Umständen geradezu entscheidend sein können.

Als beispielsweise in der Nacht vom 16. auf den 17. September 1882 die Telegramme aus Trient den Bauämtern in Verona, Este und Rovigo anzeigten, dass der Wasserstand dort 6 *m* erreicht hatte, also noch 69 *cm* höher stand als im Jahre 1868, da konnten noch rechtzeitig Aufträge gegeben werden, dass auf der ganzen eingedämmten Etsch-Strecke bis zum Meere auf beiden Seiten, also in einer Gesammtlänge von 251 *km*, Nothdämmchen auf den Dammkronen (soprasuoli) errichtet werden.

Allerdings hat dies den Dammbruch bei Legnago, der bei der Engstelle in der Festung nicht zu vermeiden war, nicht verhindern können. Hier musste die Consequenz des fehlerhaften Einbaues zutage treten.

Gewiss war es aber dieser raschen Benachrichtigung zu verdanken, dass in der Stadt Verona, wo 32 Häuser ganz zerstört und 40 andere stark beschädigt, schliesslich aber zwei Drittheile der Stadt oft bis zu Höhen von vielen Metern überschwemmt und drei Brücken weggerissen worden sind, doch nur 12 Menschen zugrunde giengen.

[1] Nach Biadego: Monografie tecniche.

Anhang I.

Berechnung der Hebung, welche der Hochwasser-Spiegel in Verona anlässlich eines künftigen Hochwassers von gleicher Stärke, wie dasjenige vom 17. September 1882, erfahren würde, wenn die Hochwässer in Tirol, ohne das Thal zu überschwemmen, im regulierten Gerinne schadlos abfliessen würden.

(*Gutachten des Herrn Prof. Comm. Domenico Turazza; aus italienischen Amtsprotokollen übersetzt vom Verfasser.*)

Ich wiederhole vor allem behufs Aufklärung der Commission die Berechnung Professor Paladini's und behalte mir vor, jene Modificationen an derselben vorzunehmen, die ich für zweckmässig erachte, sowie auch die Resultate darzustellen, zu denen ich gelangt bin.

Es sei Q die Consumtion des Flusses, welche einem Pegelstand a entspricht, und S der Wasserspiegel bei diesem Pegelstande; aus den Daten über die Wasserconsumtion bei den verschiedenen Pegelständen a und bei den bekannten Dimensionen des Flussbettes werden sich die beiden Functionen von a, welche die Grössen Q und S darstellen, ergeben; es seien

$Q_0 : Q_1 : Q_2$ Q_n die Wasserconsumtionen des Flusses, welche den Pegelständen

$a_0 : a_1 : a_2$ a_n entsprechen,

$S_0 : S_1 : S_2$ S_n die entsprechenden Werte von S,

$h_0 : h_1 : h_2$ h_n die Hebungen des Wasserspiegels in der inundierten Zone, welche den Zeitintervallen

$t_0 : t_1 : t_2$ t_n entsprechen;

$\Omega_0 : \Omega_1 : \Omega_2$ Ω_n die Terrain-Zonen, welche beim Fortbestande der Inundation in Tirol bei den verschiedenen Höhen h successive überschwemmt werden; —

Hingegen seien:

$Q_0^1 : Q_1^1 : Q_2^1$ Q_n^1 die Wasserconsumtionen des Flusses für den Fall, dass die Inundation des Thales in Tirol verhindert werde,

$a_0^1 : a_1^1 : a_2^1$ a_n^1 die entsprechenden Pegelstände,

$S_0^1 : S_1^1 : S_2^1$ S_n^1 die entsprechenden Werte von S.

Wird nun die Thalüberschwemmung in Tirol behoben, so wird in einer Zeit t_0 dem Flusse eine Wassermenge zufliessen, welche durch die Formel

$$Q_0\, t_0 + \frac{1}{2} h_0\, \Omega_0$$

ausgedrückt ist. Diese ganze Wassermenge wird im neuen Flussbette abfliessen, und die entsprechende Wasserconsumtion Q_0^1 wird durch die folgende Gleichung gegeben sein:

$$Q_0^1\, t_0 = Q_0\, t_0 + \frac{1}{2} h_0\, \Omega_0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

Im zweiten Zeitintervall wird dem Flusse die Wassermenge

$$Q_1\, t_1 + \frac{1}{2} h_1 \left\{ \Omega_0 + \Omega_1 \right\} + \frac{1}{2} \left\{ S_0 + S_1 \right\} \left\{ a_1 - a_0 \right\}$$

zufliessen.

Wird nun die Thalüberschwemmung verhindert, so wird diese Wassermenge durch das neue Flussbett fliessen müssen, wobei sie die Höhe a_0^1 auf a_1^1 erhöhen wird; es wird daher

$$Q_1\, t_1 + \frac{1}{2} h^1 \left\{ \Omega_0 + \Omega_1 \right\} + \frac{1}{2} \left\{ S_0 + S_1 \right\} \left\{ a_1 - a_0 \right\} =$$

$$= Q_1^1\, t_1 + \frac{1}{2} \left\{ S_0^1 + S_1^1 \right\} \left\{ a_1^1 - a_0^1 \right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

und so weiter fortschreitend ergibt sich die allgemeine Gleichung

$$Q_n \,.\, t_n + \frac{1}{2} h_n \left\{ \Omega_{n-1} + \Omega_n \right\} + \frac{1}{2} \left\{ S_{n-1} + S_n \right\} \left\{ a_n - a_{n-1} \right\} =$$

$$= Q_n^1 \,.\, t_n + \frac{1}{2} \left\{ S^1_{n-1} + S_n^1 \right\} \left\{ a_n^1 - a^1_{n-1} \right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

Substituiert man in diese Gleichungen die Werte der Q und der S als Functionen von a, so wird man ebenso viele

Gleichungen erhalten, als nöthig sind, um die successiven Höhen $a_0^1 : a_1^1 \ldots\ldots a_n^1$ berechnen zu können.

Wendet man das Obige auf die Etsch an und nimmt man an, dass während des Hochwassers vom 17. September 1882 im Momente der Culmination desselben in Verona ein guter Theil der Dämme in Tirol durchrissen war, nimmt man weiters an, dass in Verona folgende Daten bezüglich der Wasserconsumtion vorhanden waren:

Pegelstände a: — 2·24 *m*; 0·00 *m*; 1·40 *m*; 2·87 *m*; 4·50 *m*;
Consumtion Q: 175 m^3; 673 m^3; 1135 m^3; 1760 m^3; 2550 m^3,

so wird Q durch die Formel dargestellt:

$$Q = 110 \left(3{\cdot}5 + a\right)^{\frac{3}{2}}$$

wobei die höheren Werte mit einem mittleren Fehler von 43·37 resultieren.

Die Ueberschwemmung in Tirol beträgt 360 km^2 und die Länge des Flussbettes bis Verona 180 *km*; die Breite des Wasserspiegels 80 *m*. Theilt man die Dauer des Hochwassers von 10 Uhr vormittags bis 5 Uhr nachmittags in zwei gleiche Perioden und nimmt weiters an, dass die tägliche Hebung des Wasserspiegels in der inundierten Zone 0·30 *m* beträgt, so ergibt sich

$\Omega_0 = \Omega_1 = 180{,}000.000;$
$h_0 = h_1 = 0{\cdot}0425;$
$S_0 = S_1 = 14{,}400.000;$
$t_0 = t_1 = 12.600;$
$a_0 = 3{\cdot}37;\ a_1 = 4{\cdot}15;\ Q_0 = 1980;\ Q_1 = 2330.$

Im Momente der Culmination des Hochwassers hätte nach Professor Paladini dasselbe die Höhe von 5·43 *m* erreicht; also 0·93 *m* mehr, als das Hochwasser wirklich erreichte. Paladini erhebt diese Ziffer mit Rücksicht auf unvorhergesehene Umstände und behufs grösserer Sicherheit der Rechnung auf 1·10 *m*.

Indem ich das Bestreben Professor Paladini's höchlichst anerkenne, kann ich nicht umhin, einige Bemerkungen zu machen, welche ich mitsammt einem anderen Rechnungsgange der Wohlmeinung der Commission unterbreite.

Vorerst glaube ich nicht, dass man dieselbe Function annehmen könne zur Darstellung der Werte von S und a in den beiden Fällen des durchbrochenen und des wohlregulierten Flussbettes bei vollkommen in demselben abfliessenden Hochwasser.

Im Falle des regulierten Flussbettes kann allerdings bei der bekannten Form des letzteren S stets mit genügender Annäherung als Function von a erhalten werden; dies wird aber bei einem durchbrochenen Flussbette nicht mehr der Fall sein.

Berücksichtigt man, dass im letzteren Falle ein Theil des Wassers zu beiden Seiten der Ufer dennoch abwärts fliessen wird, sollte S in rascherem Verhältnisse ansteigen, als dies beim regulierten Bette der Fall wäre, weshalb man jedenfalls anstreben sollte, eine wenn auch annäherungsweise besser begründete Formel zu erhalten.

Dasselbe muss bezüglich der Function von a gesagt werden, welche Q darstellen soll, wenn berücksichtigt wird, dass das seitliche Wasser am exundierten Flusse nur eine weit kleinere Geschwindigkeit haben kann, als den oberen Schichten des zwischen Dämmen, ohne zu exundieren, abfliessenden Wassers entsprechen würde. — Es muss daher diejenige Function von a, welche Q bei überströmbaren Bett darstellen soll, so beschaffen sein, dass sie mit dem Wachsen der Pegelstände kleinere Werte für Q gibt, als das letztere beim regulierten Flussbett hätte.

Ebenso können auch die Hebungen des Hochwassers in den successiven Zeitabschnitten nicht gleich sein, nachdem es bekannt ist, dass das Hochwasser anfangs jäh anschwillt, später langsamer und äusserst langsam im Zeitraum gegen die Culmination zu. Schliesslich glaube ich, dass die Zeit, welche eine bestimmte Wassermenge braucht, um das regulierte Bett zu durchfliessen, kleiner sein wird als diejenige, welche es im überströmbaren Bette verwenden würde und dass daher die Werte der Zeit auf beiden Seiten der Gleichung nicht gleich sein können.

Dies vorausgesetzt, bezeichne ich mit Q die Wasser-Consumtion des nicht regulierten Flusses beim Pegelstande a, mit Q^1 diejenige des regulierten Flusses beim Pegelstande a^1; mit t die Zeit, welche das Wasser braucht, um der nicht regulierten Strecke des Flusses zuzufliessen, mit $t^1 = k t$ diejenige im regulierten Bett, wobei k ein Coëfficient ist.

Ich beginne mit dem Augenblicke, in welchem das Wasser zu exundieren anfängt, bis zu welchem Augenblicke die Pegelstände sowohl im regulierten, als im nicht regulierten Flussbette einander gleich sind und bezeichne diesen gemeinsamen Pegelstand mit a_0, im übrigen die obigen Bezeichnungen beibehaltend.

Im überströmbaren Flussbette wird im Zeitintervall t_0, in welchem der Pegelstand von a_0 auf a_1 ansteigt, eine Wassermenge durchfliessen, welche ausgedrückt wird durch

$$\int_{a_0}^{a_1} Q \,.\, d a$$

daher eine mittlere Wassermenge von

$$\frac{1}{a_1 - a_0} \int_{a_0}^{a_1} Q \,.\, d a$$

und im ganzen

$$\frac{t_0}{a_1 - a_0} \int_{a}^{a_1} Q \,.\, d a.$$

Wird die Wassermenge dazu geschlagen, welche in der inundierten Zone Ω_0 deponiert ist, und jene, welche zur Ausfüllung des Flussbettes in der Zeit t_0 verwendet wurde, so ist dem Flusse eine Wassermenge zugeflossen, welche durch folgenden Ausdruck gegeben ist:

$$\frac{t_0}{a_1 - a_0} \int_{a_0}^{a_1} Q\, d a + \frac{1}{2} h_0 \Omega_0 + \int_{a_0}^{a_1} S\, d a.$$

Nachdem nun diese nämliche Wassermenge durch das regulierte Bett in der Zeit

$$t^1 = k\, t_0$$

fliessen und dasselbe ausfüllen soll, so hat man, wenn durch t_0 dividiert wird:

$$\frac{1}{a_1 - a_0} \int_{a_0}^{a_1} Q\, d a + \frac{1}{2} \frac{h_0 \Omega_0}{t_0} + \frac{1}{t_0} \int_{a_0}^{a_1} S\, d a = \frac{K}{a_1^{\,1} - a_0} \int_{a_0}^{a_1^{\,1}} Q^1\, d a +$$

$$+ \frac{1}{t} \int_{a_0}^{a_1^{\,1}} S^1\, d a \;\ldots\ldots\; (1)$$

aus welcher Gleichung sich $a_1^{\,1}$ zu Ende des ersten Zeitabschnittes ergibt.

In derselben Weise fortschreitend haben wir für die zweite Periode

$$\frac{1}{a_n - a_1} \int_{a}^{a_1} Q\, d a + \frac{1}{2} h_0 \frac{\Omega_0 + \Omega_1}{t_1} + \frac{1}{t_1} \int_{a}^{a_1} S\, d a =$$

$$= \frac{K}{a_n - a_1^{\,1}} \int_{a_1^{\,1}}^{a_2^{\,1}} Q\, d a + \frac{1}{t_1} \int_{a_1^{\,1}}^{a_2^{\,1}} S^1\, d a \;\ldots\; (2)$$

woraus $a_2{}^1$ hervorgeht, und zwar ist allgemein

$$\frac{1}{a_n - a_{n-1}} \int_{a_{n-1}}^{a_n} Q\, d\, a + \frac{1}{2} h_n \frac{\Omega_{n-1} + \Omega_n}{t_n} + \frac{1}{t_n} \int_{a_{n-1}}^{a} S \,.\, d\, a =$$

$$= \frac{K}{a_n{}^1 - a^1{}_{n-1}} \int_{a^1{}_{n-1}}^{a^1} Q_1{}^n\, d\, a + \frac{1}{t_n} \int_{a^1{}_{n-1}}^{a^1} S_1{}^n\, d\, a \;\ldots\ldots (3)$$

woraus die Grösse $a_n{}^1$ bei gegebenem $a^1{}_{n-1}$ hervorgeht.

Indem wir nun auf die Etsch übergehen, müssen wir vorerst trachten S, S^1, Q und Q^1 als Functionen von a auszudrücken.

Aus dem Querprofile des regulierten Flussbettes beim Pegel von Calliano, welches der Commission durch die Behörde in Tirol mitgetheilt wurde, hat man die nachfolgenden Daten:

für $a = 3\,m$, Breite des Profiles $l = 84\,m$

„ $a = 5\,m$, „ „ „ $l = 92\,m$

„ $a = 6\,m$, „ „ „ $l = 99\,m$,

welchen Werten sich ziemlich genau die Gleichung anpasst

$$l = 69 + 5 \,.\, a.$$

Nehmen wir nun nach Professor Paladini die Länge des Flussbettes bis Verona mit 180 *km* an, so ist

$$S^1 = 180.000\ [69 + 5\,a] \;\ldots\ldots (4)$$

Was nun S_1 betrifft, so kann ich nach dem, was ich oben angeführt habe, ohne Uebertreibung die folgenden Breiten für die obigen Pegelstände annehmen:

84 *m*, 100 *m*, 114 *m*

und erhalte dann

$$S = 180.000\ [54 + 10\,a] \;\ldots\ldots (5)$$

Was weiters die Functionen Q und Q^1 anbelangt, so wird mit Paladini die Wasserconsumtion in Verona beim Pegelstaude — 2·24 *m* mit 157 m^3 angenommen. Nachdem in der technischen Relation des Tiroler Amtes gesagt ist, dass das Verhältnis zwischen dem Nieder- und Hochwasser 1 : 19 beträgt, so dürfte die Wasserconsumtion bei der Hochwasser-Culmination 2983 m^3 betragen. Dies nähert die Wasserconsumtion mehr derjenigen, welche der königl. Ober-Ingenieur in Verona annimmt, welcher die Wasserconsumtion des Hochwassers vom 17. September 1882 mit 3500 m^3 schätzt.

Wird jedoch erwogen, dass diese Consumtion nur ganz ausnahmsweise stattfand und will man sich lediglich auf die Consumtion eines sehr grossen Hochwassers beschränken, so kann dieselbe entsprechend dem Pegelstande von 4·50 *m* mit 3000 m^3 angenommen werden.

Nachdem ich so die Wasserconsumtion, welche dem Pegelstande von 4·50 *m* entspricht, mit 3000 m^3 angenommen habe, wird es nothwendig sein, die Zwischenzahlen der Consumtion zu reducieren; wird hiezu die Curve der Wasserconsumtion nach Paladini construiert, wobei an der Consumtion von 157 m^3 beim Pegelstande — 2·24 *m* festgehalten wird, und weiters die analoge, der Consumtion von 3000 m^3 entsprechende Curve für den Pegelstand 4·50 *m* construiert, so hat man annäherungsweise die nachstehenden Zahlen:

Pegelstände = — 2·24 *m*; 0·00 *m*; 1·40 *m*; 2·87 *m*; 4·50 *m*.
Wasserconsumtionen = 157 m^3; 810 m^3; 1352 m^3; 2100 m^3; 3000 m^3.

Um nun nicht eine zu complicierte Function anzunehmen, welche ohne Nutzen die Berechnung nur erschweren würde und in Erwägung der bekannten Regel, dass die Quadrate der Wasser-Consumtionen sich verhalten wie die Cubuse der Höhen, erhält man die einfache Formel

$$Q^1 = 136{\cdot}66 \left[3{\cdot}34 + a^1\right]^{\frac{3}{2}} \;\ldots\ldots (6)$$

Hieraus resultiert in der That:

Pegelstände = — 2·24 *m*; 0·00 *m*; 1·40 *m*; 2·87 *m*; 4·50 *m*
Consumtion = 154 m^3; 835 m^3; 1410 m^3; 2115 m^3; 3000 m^3,

wobei die kleinen Differenzen in dieser Untersuchung vernachlässigt werden können.

Was die Function Q anbelangt, so muss ihr Wert gleich sein den früheren Werten bei niederen Pegelständen, so lange noch die seitlichen Ergiessungen nicht begonnen haben. Dieser Wert muss aber kleiner werden bei höheren Pegelständen.

Um nicht die Form der Function zu ändern und unter Zugrundelegung lediglich der höheren Pegelstände, denn nur diese treten in die oberen Gleichungen ein, sowie unter Festhaltung der Consumtion von 810 m^3 beim Pegelstande 0·00 *m* und von bloss 2500 m^3 beim Pegelstande von 4·50 *m*, erhält man die Formel

$$Q = 100{\cdot}56 \left[4{\cdot}02 + a\right]^{\frac{3}{2}}$$

Man hat hieraus:

Pegelstände = 0·00 *m*; 1·40 *m*; 2·87 *m*; 4·50 *m*;
Consumtionen = 810 m^3; 1269 m^3; 1818 m^3; 2500 m^3.

Die anderen gegebenen Elemente sind die nachfolgenden:
Flächenausdehnung der inundierten Zone = 360 km^2;
Tägliches Ansteigen der Ueberschwemmung = 0·30 *m*.

Weiters nehme ich an, dass die Abflussdauer im regulierten Flussbett um ein Fünftel geringer ist, als im überströmbaren Bette, daher

$$k = \frac{1}{5}.$$

Wird angenommen, dass die Ueberschwemmung des oberen Beckens der Etsch in Tirol um 10 Uhr vormittags am 17. September begonnen hat, als der Pegel in Verona 3 *m* über Null zeigte und theilen wir die Zeit bis 5 Uhr nachmittags desselben Tages in vier gleiche Perioden,

$$t_0 = t_1 = t_2 = t_3 = 6300''$$

und nehmen wir weiters an, dass in der ersten Periode sich die Ueberschwemmung über die ganze Fläche ausbreitete, in der zweiten Periode zu zwei Drittel und in der dritten und vierten Periode über die ganze Fläche, so ist

$$\Omega_0 = 120\ km^2,\ \Omega_1 = 240\ km^2 \text{ und } \Omega_2 = \Omega_3 = 360\ km^2.$$

Die tägliche Zunahme der Ueberschwemmung beträgt 0·30 *m*, sonach per Stunde 0·0125 *m*, so ist

$$h_0 = h_1 = h_2 = h_3 = 0{\cdot}0219.$$

Nachdem weiters das Hochwasser in dieser Periode sich von 3 auf 4·50 *m* hob, so ergibt sich die beobachtete Zunahme nach einer absteigenden Scala

$$a_0 = 3{\cdot}00\ m;\ a_1 = 3{\cdot}75\ m;\ a_2 = 4{\cdot}12\ m;\ a_3 = 4{\cdot}35\ m;\ a_4 = 4{\cdot}50\ m.$$

Mit Hilfe dieser Daten nehmen die ersten Theile der Fundamentalgleichungen folgende Werte an:

Erste Periode = 4091,
zweite „ = 3869,
dritte „ = 3965,
vierte „ = 4139.

Wir haben sonach für die einzelnen Perioden:

Erste Periode:

$$4091 = \frac{43{\cdot}51}{a_1{}^1 - 3} \left[\left(3{\cdot}34 + a_1{}^1 \right)^{\frac{5}{2}} - \left(6{\cdot}34 \right)^{\frac{5}{2}} \right] +$$
$$+ 28{\cdot}57 \left[69 + 2{\cdot}50 \left(a_1{}^1 + 3 \right) \right] \times \left(a_1{}^1 - 3 \right),$$

welcher Gleichung der Wert entspricht

$$a_1{}^1 = 3{\cdot}885\ m.$$

Zweite Periode:

$$3869 = \frac{43{\cdot}51}{a_2^1 - 3{\cdot}881}\left[\left(3{\cdot}34 + a^1\right)^{\frac{5}{2}} - \left(7{\cdot}221\right)^{\frac{5}{2}}\right] +$$
$$+ 28{\cdot}57\left[69 + 2{\cdot}50\left(a_2^1 + 3{\cdot}881\right)\right]\left(a_2^1 - 3{\cdot}881\right),$$

woraus

$$a_2^1 = 4{\cdot}510\ m.$$

Dritte Periode:

$$3965 = \frac{43{\cdot}51}{a_3^1 - 4{\cdot}51}\left[\left(3{\cdot}34 - a_3^1\right)^{\frac{5}{2}} - \left(7{\cdot}85\right)^{\frac{5}{2}}\right] +$$
$$+ 28{\cdot}57\left[69 + 2{\cdot}50\left(a_3^1 + 4{\cdot}51\right)\right]\left(a_3^1 - 4{\cdot}51\right),$$

woraus

$$a_3^1 = 5{\cdot}055\ m.$$

Vierte Periode:

$$4139 = \frac{43{\cdot}51}{a_4^1 - 5{\cdot}055}\left[\left(3{\cdot}34 + a_4^1\right)^{\frac{5}{2}} - \left(8{\cdot}395\right)^{\frac{5}{2}}\right] +$$
$$+ 28{\cdot}57\left[69 + 2{\cdot}50\left(a_4^1 + 5{\cdot}055\right)\right]\left(a_4^1 - 5{\cdot}055\right),$$

woraus

$$a_4^1 = 5{\cdot}557\ m.$$

Nachdem 4·50 *m* der Pegelstand ist, welcher dem grössten Hochwasser in Verona entspricht, so würde nach der obigen Berechnung die Einschränkung des Ueberschwemmungsgebietes in Tirol den Hochwasserspiegel um 1·057 *m* heben.

Wahrscheinlich ist jedoch die seitlich austretende Wassermenge in den einzelnen Perioden überschätzt und würde sich, wenn diese gleichmässig vertheilt würde, die Ausdehnung der Ueberschwemmung in den vier Perioden kleiner herausstellen. Nehmen wir

$\Omega_0 = 90$; $\Omega_1 = 180$; $\Omega_2 = 270$ und $\Omega_3 = 360$ km^2

an, so werden die ersten Theile der Fundamentalgleichungen in der

ersten Periode = 4038,
zweiten „ = 3712,
dritten „ = 3804,
vierten „ = 3983,

und den entsprechenden Gleichungen entsprechen die Werte in der

ersten Periode $= a_1^1 = 3{\cdot}862\ m$,
zweiten „ $= a_2^1 = 4{\cdot}439\ m$,
dritten „ $= a_3^1 = 4{\cdot}942\ m$,
vierten „ $= a_4^1 = 5{\cdot}413\ m$,

und würde in diesem Falle die Zunahme der Höhe 0·913 *m* betragen.

Ich glaube, dass die beiden Werte

0·913 und 1·057 *m*

die beiden Grenzen, das Maximum und Minimum der gesuchten Erhöhung angeben und dass es für unseren Fall genügt, für den Fall, dass es gelingen sollte, in Tirol das Etsch-Thal vor der Ueberschwemmung vollkommen zu sichern, infolge dessen eine Hebung des Hochwasserspiegels um 1 *m* anzunehmen.

D. Turazza m. p.

Anhang II.

Berechnung der Hebung eines Hochwassers, gleich demjenigen vom September 1882 in Verona infolge des Entfallens der Ausbreitungs-Bassins in Tirol.

(Gutachten des Herrn Professors Comm. Gaëtano Bucchia; aus italienischen Amtsacten ins Deutsche übertragen vom Verfasser.)

Um mit den wenigen bekannten sicheren Daten mit einiger Annäherung schätzen zu können, um wieviel die Ausserfunctionsetzung der Expansionsbecken in Tirol die Culmination eines künftigen, demjenigen vom September 1882 gleichen Hochwassers erhöhen würde, kann man, mit Rücksicht darauf, dass das Wasser, welches ein Expansionsbecken füllt der Consumtion der unterhalb gelegenen Flusstrecke entzogen wird, annehmen, dass die grösste Wasserconsumtion dieser Flusstrecke in dem Momente, in welchem das Hochwasser die Culmination erreicht hat und falls die Exundierung im Oberlauf verhindert wird, gleich ist der gegenwärtigen Consumtion, vermehrt um das Volum V des im Expansionsbassin magazinierten Wassers, dividiert durch die Zeit t, welche erforderlich war, um dieses Bassin zu füllen: es ist daher diese vermehrte Consumtion

$$P + \frac{V}{t}.$$

Wird inzwischen die Formel des Professor Turazza

$$Q = 136{\cdot}66\left(3{\cdot}34 + a\right)^{\frac{3}{2}}$$

zur Darstellung der Abhängigkeit der Consumtionen Q von den Wasserhöhen $3{\cdot}34 + a$ in der Flusstrecke bei Verona angenommen, so folgt daraus die Höhe des Wasserspiegels über dem Nullpunkt des Pegels

$$a = \left(\frac{Q}{136.66}\right)^{\frac{2}{3}} - 3{\cdot}34\ .\ .\ .\ .\ .\ (1)$$

Diese Gleichung gibt, wenn man

$$Q = P + \frac{V}{t}$$

einsetzt, die Höhe der Hochwasser-Culmination in Verona, wenn das Ausbreiten des Hochwassers im Oberlaufe verhindert wird.

Diese Höhe a gibt im Vergleiche zu der beim Hochwasser 1882 thatsächlich beobachteten Höhe des Wasserspiegels die voraussichtliche Mehrhöhe, um welche sich der Wasserspiegel in Verona heben würde, wenn bei einem gleichen Hochwasser die seitliche Expansion im Oberlaufe (Tirol) verhindert würde.

Die einzigen verlässlichen Daten, welche man besitzt, sind: $P = 3000\ m^3$ und die entsprechende beobachtete Höhe über dem Pegelnullpunkt 4·50 *m*, t = 7 Stunden = 25.200 Secunden.

Die Höhe, bis zu welcher in dieser Zeit sich das Wasser im Expansionsbassin hob, betrug $h = 0{\cdot}0875\ m$.

Die Oberfläche des im Expansionsbecken eingeschlossenen Wassers zu Ende der Zeit t war

$$A = 360{,}000.000\ m^2.$$

Es fehlt eine sehr wichtige Angabe, das ist die Kenntnis der Form des Expansionsbassins, eine Angabe, welche unbedingt nothwendig wäre, um das Volum V des im Bassin enthaltenen Wassers bei der Oberfläche A zu berechnen.

Man muss daher nothgedrungen zu Hypothesen die Zuflucht nehmen, um für V einen annehmbaren Wert zu erhalten.

Heisst Ω die Oberfläche des überschwemmten Bassins, wenn in demselben das Wasser bis zur Höhe X gestiegen ist, und sei

$$\Omega = F(X),$$

so wird

$$V = \int_{X=0}^{X=h} \Omega\, dX = \int_0^h F(X)\, dx.$$

Nimmt man nun mit Professor Turazza an, dass die Wasseroberfläche in den ersten drei Viertheilen von h mit den Höhen X proportional zunehme, wobei sie zu Ende der $\frac{3}{4}$ h die Fläche A erreiche, weiters dass im letzten Viertel

von h die Wasseroberfläche sich constant gleich A erhalten habe, so ist bei dieser Hypothese

$$V = \frac{A}{\frac{3}{4}h} \int_o^{\frac{3}{4}h} X \,.\, dX + \frac{1}{4} h A = \frac{5}{8} h A.$$

Wird weiters $V = 19{,}690.000\ m^3$ eingesetzt und

$$\frac{V}{t} = \frac{10{,}690.000}{25.200} = 781\ m^3$$

$$P + \frac{V}{t} = 3000 + 781 = 3781\ m^3.$$

Die Formel (1) gibt mit diesen Daten

$$a = 5{\cdot}808\ m,$$

daher die Erhöhung der Hochwasser-Culmination in Verona

$$5{\cdot}808\ m - 4{\cdot}50\ m = 1{\cdot}308\ m$$

beträgt.

Wird indes angenommen, dass die Wasseroberfläche Ω während der Zunahme der ganzen Höhe h proportional den Höhen X gewachsen sei, so ergibt sich:

$$V = \frac{A}{h} \int_o^h X \,.\, dX = \frac{1}{2} h \,.\, A = 15{,}750.000\ m^3$$

$$P + \frac{V}{t} = 3625\ m^3,$$

daher die Zunahme des Hochwassers

$$a - 4{\cdot}50\ m = 1{\cdot}054\ m.$$

Würde man annehmen, dass Ω im halben Verhältnisse der Höhen X gewachsen sei, so ist

$$V = \frac{A}{\sqrt{h}} \int_o^h dX \,.\, \sqrt{X} = \frac{2}{3} h A = 21{,}000.000\ m^3,$$

daher die Zunahme des Hochwassers

$$a - 4{\cdot}5\ m = 1{\cdot}403\ m.$$

Wäre schliesslich Ω im doppelten Verhältnisse der X gewachsen, so wäre

$$V = \frac{A}{h^2} \int_o^h X^2 . dX = \frac{1}{3} h A = 10{,}500.000\ m^3$$

und die Erhöhung des Hochwassers

$$a - 4{\cdot}50\ m = 0{\cdot}711\ m.$$

Inzwischen muss angenommen werden, dass das Minimum der Hebung 0·711 *m*, das Maximum 1·409 *m* beträgt. Nachdem nun diese beiden Grenzwerte, ebenso wie die anderen Resultate alle dasselbe Gewicht haben, indem sie alle hypothetisch sind und kein Grund erfindlich ist, den einen Wert dem anderen vorzuziehen, so wird die wahrscheinliche Hebung dem arithmetischen Mittel aller Werte

$$\frac{0{\cdot}711 + 1{\cdot}054 + 1{\cdot}308 + 1{\cdot}403}{4} = 1{\cdot}12\ m$$

gleichkommen, wozu ein freier Spielraum von 0·38 *m*
dazugeschlagen das Maass von 1·50 *m*
als dasjenige gibt, um welches die Dammkronen den Hochwasserstand des Jahres 1882 überragen sollten.

Hier kann ich aber nicht die Bemerkung unterdrücken, dass diese Berechnung in klarster Weise zeigt, dass wie immer man auch die Erhebung des künftigen Hochwassers berechnen wollte, eine solche mangels der Daten über das V, die Lösung des Problemes, nur ungewiss bleibt, daher man den von mir angegebenen Wert annehmen sollte.

Padua, 20. September 1884.

G. Bucchia m. p.

V. THEIL.

Die meteorologischen und hydrologischen Beobachtungen im alpinen Etsch-Becken.

XIV. Abschnitt.

Allgemeine meteorologische Daten über das alpine Etsch-Gebiet.

82. Capitel.

Einleitende Bemerkungen über das Klima des Etsch-Gebietes.

Die Abgrenzung des mitteleuropäischen Klimagebietes gegen dasjenige des mittelländischen Meeres fällt im allgemeinen ziemlich mit der nördlichen Wasserscheide des Etsch-Gebietes zusammen.

Ein Uebergang über den Simplon, den Gotthard und Splügen, Bernina, Stilfser-Joch und Brenner führt uns in kürzester Frist in raschem Uebergange aus dem mitteleuropäischen in das mediterrane Klimagebiet mit seinem schon subtropischen Charakter. Dieser Uebergang ist deshalb so scharf, weil die nach Süden geöffneten Alpenthäler klimatische Oasen darstellen, welche sich durch Windschutz und Exposition einer Begünstigung erfreuen, die erst einige Breitengrade südlicher als allgemeiner Charakterzug angetroffen wird.

In den Ost-Alpen erfolgt dieser Uebergang langsamer, stufenweise; das Mediterran-Klima findet sich erst am Fusse des Karstplateaus, d. i. am Ufersaume des adriatischen Meeres selbst. Die Haupt-Alpenketten werden hier niedriger und streichen dort nicht mehr von West nach Ost, sondern von Südwest nach Nordost und lassen nun auch ihre Südseite gegen die kalten, continentalen Landwinde aus Nordost und Ost offen und ungedeckt.

Hieraus erklärt sich der ungeheure Temperaturunterschied zwischen Bozen und Klagenfurt, obwohl diese zwei Städte nahezu in gleicher Breite liegen. Dieser Unterschied ist nicht durch die verschiedene Seehöhe, sondern lediglich dadurch bedingt, dass das Drau-Thal nach Osten offen, nach Süden und Westen aber geschlossen ist, wodurch die grosse Winterkälte erzeugt wird.

Das Drau-Thal und andere derartige östliche Thäler sind eben vorgeschobene Posten des Continentalklimas, wie die südlichen Alpenthäler, insbesondere auch das Etsch-Thal, Vorposten des italienischen Klimas sind.[1]

Die Thäler am Südfuss der mittleren Centralkette der Alpen mit Einschluss des Etsch-Thales, von welchem nach Osten zu dieser Charakter plötzlich aufhört, können als klimatische Oasen für die Winterszeit bezeichnet werden, weil die südlich davor liegende oberitalienische Ebene viel strengere Wintertemperaturen hat und erst an den Küsten des ligurischen Meeres noch mildere Wintertemperaturen zu finden sind.

Die höchsten Wintertemperaturen haben die Thäler, die zum oberen Flussgebiet des Ticino und der Adda gehören, einschliesslich auch des Sarca-Thales mit dem Garda-See, also das Gebiet der oberitalienischen Seen.

Das Etsch-Thal, obgleich auch noch eine südliche klimatische Oase, hat schon eine niedrigere Wintertemperatur und erklärt Herr Hofrath Hann den ziemlich schroffen Gegensatz zwischen der Wintertemperatur im Sarca-Thale und im unteren Etsch-Thale (Riva und Arco haben im Jänner 2·7 Grad, Trient und Roveredo in gleichem Niveau kaum 1 Grad) zum grösseren Theile durch die Stauung der kalten Luftmassen im unteren Etsch-Thal infolge der Felsenge bei der Veroneser Klause.

Der grösseren Aufgeschlossenheit und Zugänglichkeit gegen die Südwinde entspricht in den warmen Alpenländern auch eine sehr grosse Regenmenge, während das kältere Etsch-Thal relativ einen sehr geringen Regenfall hat und als Ersatz für die niedrige Wintertemperatur einer grösseren Heiterkeit des Himmels und einer grösseren Trockenheit sich erfreut. Es ist dies eine Folge seiner grösseren Abgeschlossenheit auch nach Süden hin und geringeren Zugänglichkeit für Luftströmungen jeder Richtung.

Es wirken viele Umstände zusammen, um die hohe Wintertemperatur der Alpenländer im Kanton Tessin, der nördlichen Lombardei und Südtirol hervorzubringen.

Vor allem ist es der Schutz der hohen Alpenkämme und breiten Alpenketten nach Norden und nach Osten, bei leichter Zugänglichkeit von Süden und Südwesten. Zugleich aber gestatten die orographischen Verhältnisse eine leichte Drainage für die durch Strahlung erkalteten, von den schneebedeckten Bergabhängen abfliessenden Luftmassen, sowie eine leichte Ventilation überhaupt.

Ueber der oberitalienischen Niederung dagegen, namentlich über der Sohle des Po-Thales, stagnieren die von den Alpen herabfliessenden kalten Luftmassen; die Zugänglichkeit bloss von Osten her und Abgeschlossenheit nach Westen und Süden bedingt Calmen und Strahlungskälte im Winter. Zugleich ist die Erwärmungsfähigkeit einer Ebene unter den schiefen

[1] Dr. Julius Hann: Handbuch der Klimatologie.

Strahlen der Wintersonne viel ungünstiger, als jene der zumeist nach Süden exponierten Bergabhänge der südlichen Alpenthäler.[1]

Dieser grosse Unterschied, der sich zwischen dem Etsch-Thal in seiner eigentlichen Thalniederung und den Gebieten Mitteleuropas zeigt, verschwindet mit der Höhenzunahme über diesem Thale, bezw. über dem Meere, wie es auch natürlich ist, indem ja das Etsch-Thal der Wirkung des Alpenwalles gegen Norden und Osten seine günstige klimatische Lage verdankt, diese Abgeschlossenheit aber mit der Zunahme der Meereshöhe schwindet. So sehen wir in den Hochlagen das Klima Mitteleuropas in das Etsch-Gebiet hinübergreifen, während in den Tiefen der Thäler das mediterrane Klima in seinen wärmeren Abstufungen vorherrscht.

Beide Klimate sind jedoch durch die Erhebung der Gebirge modificiert.

Das Klima von Mitteleuropa wird seinerseits charakterisiert durch den Uebergang vom Seeklima Westeuropas zum Continentalklima Osteuropas oder Russlands.

Zu Mitteleuropa in klimatischer Beziehung gehört das Deutsche Reich mit Einschluss von Russisch-Polen, mit Ausnahme des Küstengebietes der Nordsee, weiters Oesterreich-Ungarn mit Ausnahme der Küstenländer des adriatischen Meeres und die Schweiz mit Ausnahme des Kantons Tessin. Die Abgrenzung des mitteleuropäischen Klimagebietes nach Süden ist durch den Kamm der südlichsten Kette der Alpen gegeben.

Nach Westen ist das Gebiet des mitteleuropäischen Klimas durch den Jura und die Vogesen gegeben.

Die absoluten Grenzen, innerhalb welcher sich durchschnittlich die Temperatur in Mitteleuropa bewegt, sind folgende: Die mittleren Kälteextreme halten sich zwischen —21° und —14°. Die Temperatursmaxime sind fast überall gleich und zwar um 32°. Die Jahresschwankung der Temperatur hält sich zwischen 53° im Nordosten und 47° im Südwesten.

Die jährliche Regenvertheilung in Mitteleuropa hat einen gemässigt continentalen Charakter, der in einem einfachen gut ausgeprägten Sommermaximum der Niederschläge besteht.

Im allgemeinen nehmen die Frühjahrs- und Sommerregen landeinwärts zu, die Herbst- und Winterregen dagegen ab.

Auf der Nordseite der Alpen, noch mehr auf der Südseite des centralen Alpenkammes tritt die Wintertrockenheit entschieden vor, namentlich ist auf der Südseite der hohen Tauern, wie auch im oberen Südtirol der Februar auffallend niederschlagsarm. Auf der Nordseite der Alpen sind October und November trockene Monate, die Südseite hat hingegen in diesem Monate reichlichen Regenfall, die Octoberregen des Mittelmeergebietes reichen nach Norden herauf fast bis ins Drau-Thal (Septemberregen) und bis gegen Bozen.

Südtirol hat übrigens noch ein Maimaximum des Regenfalls, das nach Süden zu an Intensität zunimmt, während der Sommer trockener wird, der oben im Norden durch häufigere Sommergewitter ziemlich viel Regen hat.

Die grösste Regenmenge beträgt nach v. Bebber für das norddeutsche Tiefland 61 *cm*, für die mitteldeutschen Berglandschaften 69 und für Süddeutschland 82 *cm*; für ganz Deutschland 71 *cm*.

Die Regenvertheilung in den einzelnen Monaten des Jahres ist aus folgender Tabelle in Percenten ersichtlich:

	Alpen, Oesterreich, Salzburg, Ober-Steiermark	Nord-Tirol mit Vorarlberg	Südseite der Tauern	Südtirol	SW.- Kärnten und Krain	SW.- Ungarn, Kroatien und Slavonien	Höhen des deutschen Mittelgebirges 760 *m*	Tatrathäler 670 *m*
December	6	7	6	6	8	8	9	6
Jänner	5	5	4	5	6	6	8	4
Februar	5	4	3	3	5	5	8	5
März	7	7	5	6	7	7	9	6
April	7	8	7	8	7	8	8	7
Mai	10	9	10	11	9	9	7	11
Juni	12	12	12	10	9	11	10	13
Juli	13	13	12	11	9	9	10	15
August	13	12	12	11	9	9	9	13
September . . .	9	9	11	9	10	9	6	8
October	6	7	10	11	11	10	7	6
November	7	7	8	9	10	9	9	6

Nach Sonklar beträgt der Regenfall in den einzelnen Provinzen Oesterreichs im Mittel für:

Böhmen	64 *cm*
Mähren und Schlesien	64 *cm*
Galizien und Bukowina	73 *cm*
Ober- und Niederösterreich	83 *cm*
Salzburg	115 *cm*
Steiermark	93 *cm*
Kärnten	107 *cm*
Tirol mit Vorarlberg	115 *cm*
Kroatien und Slavonien	94 *cm*
Krain, Görz und Istrien	137 *cm*
Dalmatien	92 *cm*
Ungarn	59 *cm*
Siebenbürgen , ...	77 *cm*

Als Mittel für ganz Oesterreich-Ungarn ergibt sich hieraus ein durchschnittlicher jährlicher Regenfall von 74 *cm*.

In Bezug auf die Luftdruckverhältnisse wird Mitteleuropa völlig von den atlantischen Minimis beherrscht. Da die Zugstrassen der Barometer-Minimis im Nordwesten von Mitteleuropa in westöstlicher Richtung verlaufen, so bleibt letzteres zumeist auf der rechten und hinteren Seite derselben und die vorherrschenden Winde sind deshalb Südwest und West.

Ganz anders als das hier skizzierte Klima Mitteleuropas ist das im Süden an die Alpen Südtirols angrenzende Klima der Mittelmeerländer, welches, wie erwähnt wurde, in die südlichen Thäler der Alpen, insbesondere das Etsch-Thal hinübergreift.

Dieses klimatische Gebiet umfasst Nordafrika nördlich von der Sahara und der libyschen Wüste, das südöstliche Frankreich, Italien bis gegen den Fuss der Alpen, das österreichische Küstenland und Dalmatien, die Balkanhalbinsel, Kleinasien, Syrien, Mesopotamien, Arabien nördlich von 20° Breite und Persien.

Es umfasst demnach alle alten Culturstätten und da die genannten Länder sämmtlich um das Mittelmeer herumliegen und dessen Ufer bilden, so wird es als Gebiet des Mittelmeerbeckens bezeichnet.

Der gemeinsame klimatische Charakterzug desselben besteht in der Art der Vertheilung der Niederschläge über das Jahr, speciell in der Tendenz zu regenarmen Sommern und Beschränkung der Niederschläge auf die Winter- oder die Frühlings- und Herbstmonate.

Diese Tendenz tritt im südlichen Theile des Gebietes am stärksten hervor und nimmt nach Norden ab, bis an den Grenzen des Gebietes gerade der Sommer die regenreichste Jahreszeit wird.

[1] Hofrath Julius Hann: „Die Temperatur-Verhältnisse der österreichischen Kronländer.“ — (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien 1885.)

Die jährliche Regenvertheilung am Südfusse der italienischen Alpen im Vergleich zu anderen Nachbargebieten der mediterranen Provinz ergibt sich aus nachstehender Tabelle:

	Spanien (Nordrand)	Mediterr. Frankreich	Südfuss der italienischen Alpen	Portugal	Mittel-Italien	Süd-Italien	Sicilien	Malta
December	12	8	6	8	10	13	15	22
Jänner	11	8	5	6	8	10	14	16
Februar	8	7	4	6	7	8	10	10
März	10	8	6	7	9	9	11	9
April	8	8	8	9	8	9	8	4
Mai	8	10	11	10	7	7	3	1
Juni	6	6	12	9	7	4	2	0
Juli	3	3	9	7	4	2	0	0
August	4	5	9	8	6	5	1	2
September	8	11	9	8	9	8	8	5
October	11	14	12	12	13	12	14	14
November	11	12	9	10	12	13	14	17
Jahressumme	129	67	121	81	84	80	60	55

Der Abnahme der Winterregen von Malta bis zum Südfuss der italienischen Alpen geht, wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, eine Zunahme der Frühlings- und Frühsommerregen parallel.

Die relativen Niederschlagsmengen des Mai und Juni wachsen schrittweise von Süd nach Nord von 0 bis 12 Percent.

Die constanteste Erscheinung im ganzen westlichen Mittelmeerbecken sind die Herbstregen, im October namentlich zeigt sich eine ungemein gleichförmige Vertheilung der relativen Niederschlagsmenge. Diese Eigenthümlichkeit tritt auch im Etsch-Thale charakteristisch zur Geltung.

Die absoluten Regenmengen nehmen innerhalb der mediterranen Provinz im allgemeinen von Norden gegen Süden hin ab, und zwar bis zur völligen Regenlosigkeit. Auch von Westen nach Osten wird durchschnittlich die Regenmenge kleiner.

In Norditalien betragen die jährlichen Regenmengen für:

Bologna 663, Modena 721, Turin 822, Mailand 996, Brescia 900, Padua 863, Venedig 808, Udine 1552, Belluno 1452, Tolmezzo 2435, Ivrea 1391.

Das Mittelmeerbecken hat ein besonders mildes Klima im Winter, welches im Westen zum Theile durch das Hereinreichen des oceanischen Klimas, zum grossen Theile aber auch durch die hohe Wärme des Mittelmeeres erklärt werden muss.

Das Mittelmeer erwärmt sich im Sommer viel stärker als der Ocean in gleichen Breiten und kühlt sich nur langsam ab. Die Temperatur an der Oberfläche steigt bis 28°. Bei Palermo ist das Meer im Winter um 3·1° wärmer als die Luft.

Was die Temperaturextreme in Italien anbelangt, so betragen in der Po-Ebene die Winter-Minima — 15 bis — 17°, in Mittelitalien — 10°, in Sicilien — 3°. Die absoluten Maxima liegen in Norditalien zwischen 35 und 37° und erreichen in Mittel- und Süditalien 40 bis 41°.

Durch diese Wärme des Mittelmeeres im Winter steigt die Luft daselbst in grossen Massen empor, fliesst seitwärts ab und bildet barometrische Depressionen, welche zu Cyclonen Anlass geben, die den Staub der Sahara aufwirbeln, heben und bis über die Kämme der Alpen ausstreuen, wo dies an der gelben und rothen Färbung des Schnees zu erkennen ist.

Solche Invasionen von Saharastaub kommen noch in der Gegend von Wien vor.

Wegen der Bildung dieser Depressionen im Winterhalbjahr ist eben das Winterhalbjahr die Regenzeit der mediterranen Provinz.

Im Sommer überwiegen die nördlichen Strömungen, daher das Mittelmeergebiet zu dieser Zeit regenarm ist. Hieraus erklärt sich auch die Abnahme der Sommerregen von Norden nach Süden.

Diese allgemeinen Bemerkungen mögen zur Orientierung in den klimatischen Verhältnissen des Etsch-Gebietes, soweit eine solche auch für den Wasserbau-Ingenieur praktisch verwendbar ist, genügen. Die sonstigen wissenswerten Momente, insbesondere diejenigen über die Niederschläge, sind in den nachstehenden Specialcapiteln enthalten.

83. Capitel.

Die meteorologischen Beobachtungsstationen des Etsch-Gebietes.

Als in der Mitte des vorigen Jahrhundertes der Sinn für meteorologische Forschungen erwachte und demzufolge an mehreren Orten regelmässige Beobachtungen in festgesetzten Zeiten eingerichtet wurden, nahm auch der österreichische Kaiserstaat an diesen Bestrebungen theil. Zunächst waren es jedoch lediglich die Sternwarten, welche sich behufs Ermittlung der atmosphärischen Strahlenbrechung mit den meteorologischen Beobachtungen befassten; die Reihe eröffnete im Jahre 1763 Mailand, ihm folgte Padua, Wien, Prag, Ofen, Innsbruck u. s. w.

Die Kriegsereignisse störten jedoch den ruhigen Fortschritt dieser Beobachtungen, bis nach geschlossenem Frieden es wieder die Landwirte waren, welche das Bedürfnis meteorologischer Forschungen zu betonen begannen.

Von älteren Beobachtungen, welche jedoch für hydrotechnische Zwecke nicht verwendbar sind, verdienen für das Etsch-Thal diejenigen des Professors Lunelli in Trient, diejenigen des Fra Sisinio in Cles, welche sich auf 40 Jahre erstrecken sollen, jedoch verschollen zu sein scheinen, des Romagnosi, welche zu Ende des vergangenen oder Anfang dieses Jahrhundertes in der officiellen Amtszeitung in Trient veröffentlicht worden sein sollen und schliesslich diejenigen des Josef Wessely, aus den Jahren 1816 bis 1832, welche im Jahrbuch der k. k. Centralanstalt veröffentlicht sind, leider aber keine Niederschlagsbeobachtungen enthalten, erwähnt zu werden.

Erst als mit Allerhöchster Entschliessung vom 23. Juli 1851 die Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ins Leben gerufen und nach und nach eine Reihe von Beobachtungsstationen geschaffen wurde, begann sich das Dunkel allmählich zu lösen.

Der grösste Theil der bestehenden Stationen ist entweder von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien eingerichtet und geleitet oder werden die Beobachtungsresultate derselben doch in dem alljährlich erscheinenden Jahrbuche dieser Anstalt veröffentlicht. Es sind dies die nachfolgenden Beobachtungsstationen in alphabetischer Ordnung:

Station	Land	Länge von Greenwich	Breite	Seehöhe in *m*
Ala	Tirol	11° 6′	45° 42′	152
Anton S.	„	10° 16′	47° 8′	1301
Arco	„	10° 53′	45° 55′	109
Berghof (Faëdo)	„	11° 7′	46° 13′	662
Bizau	Vorarlberg	9° 55′	47° 22′	700

Station	Land	Länge von Greenwich	Breite	Seehöhe in *m*
Bludenz I	Vorarlberg	9° 49′	47° 9′	580
Bludenz II	„	9° 49′	47° 9′	590
Bregenz	„	9° 45′	47° 30′	412
Brixen	Tirol	11° 39′	46° 43′	584
Buchenstein	„	11° 57′	46° 28′	1458
Cavalese	„	11° 28′	46° 18′	1020
Dorn	„	9° 52′	47° 30′	706
Feldkirch	Vorarlberg	9° 36′	47° 14′	459
Gaschurn	„	10° 1′	46° 59′	964
Gossensass	Tirol	11° 27′	46° 56′	1070
Gries (Austria) . . .	„	11° 20′	46° 30′	292
Hall (Salzberg) . . .	„	11° 30′	47° 17′	1488
Imst	„	10° 44′	47° 15′	826
Innsbruck I	„	11° 24′	47° 16′	592
Innsbruck II	„	11° 24′	47° 16′	620
Landeck	„	10° 34′	47° 8′	759
Langen	Vorarlberg	10° 6′	47° 8′	1220
Lienz	Tirol	12° 46′	46° 50′	679
Lorenzo San	„	10° 55′	46° 5′	748
Marienberg	„	10° 31′	46° 42′	1335
Michele St.	„	11° 8′	46° 12′	244
Pejo	„	10° 40′	46° 22′	1580
Pinzolo	„	10° 46′	46° 10′	755
Ried	„	10° 31′	47° 3′	879
Riva	„	10° 50′	45° 53′	96
Rothholz	„	11° 48′	47° 23′	536
Roveredo	„	11° 3′	45° 53′	211
Schneeberg	„	11° 12′	46° 54′	2232
Thüringen	Vorarlberg	9° 46′	47° 12′	540
Toblach (i. d. Gratsch)	Tirol	12° 13′	46° 44′	1252
Trient	„	11° 7′	46° 4′	210
Vils	„	10° 38′	47° 33′	840
Wald	Vorarlberg	10° 2′	47° 8′	992

Ausser diesen Stationen, deren Beobachtungsresultate ganz oder im Auszug im Jahrbuch der k. k. Centralanstalt veröffentlicht werden, sind in Südtirol noch nachstehende meteorologische Beobachtungsstationen, welche theils von der Società degli Alpinisti Tridentini, dem Istituto Meteorologico Italiano in Moncalieri (bei Turin), theils von Privaten geleitet werden.

Es sind dies folgende Stationen:

Station	Seehöhe in *m*	Breite	Länge von Rom.
Roveredo (Gymnasium)	210	45° 52′	1° 26′
Trient (k. k. Gymnasium) . . .	189	46° 4′	1° 22′
Trient (bischöfl. Gymnasium) .	190	46° 4′	1° 22′
Bozen (Ackerbauschule)	263	46° 30′	1° 8′
Bozen (Realschule)	266	46° 30′	1° 8′
Laste (bei Trient)	327	46° 6′	1° 23′
Caldonazzo	374	46° 6′	1° 12′
Borgo Valsugana	476	46° 4′	1° 2′
Tione	560	46° 2′	1° 46′
Fiera di Primiero	726	46° 7′	0° 42′
Caoria di Canal S. Bovo . . .	740	46° 8′	0° 47′
Lardaro	740	45° 48′	1° 49′
Malè	770	46° 21′	1° 34′
Corredo	830	46° 21′	1° 24′
Castel Tesino	860	46° 4′	0° 51′
Molveno	860	46° 22′	1° 16′
Falsarego	1992	46° 31′	0° 28′

Die Namen der Beobachter der letztgenannten Stationen sind in dem Aufsatze des Ingenieurs Busin „La Meteorologia nel Trentino" im XIII Annuario der „Società degli Alpinisti Tridentini" 1886—1887, die Namen der Beobachter der früher genannten in jedem Jahrbuche der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien (Währing, Hohe Warte) zu finden.

Die Lage aller im Inn- und Etsch-Gebiete befindlichen Stationen ist in dem Kärtchen, Fig. 58, ersichtlich gemacht.

Von diesen Stationen entfallen:

A. Auf den Vintschgau:
die Station Marienberg,
„ „ Schneeberg.

B. Auf das untere Etsch-Thal:
die Station Gries bei Bozen,
„ „ St. Georg bei Bozen,
„ „ Berghof Faëdo,
die Station St. Michele,
„ „ Trient,
„ „ Roveredo,
„ „ Ala.

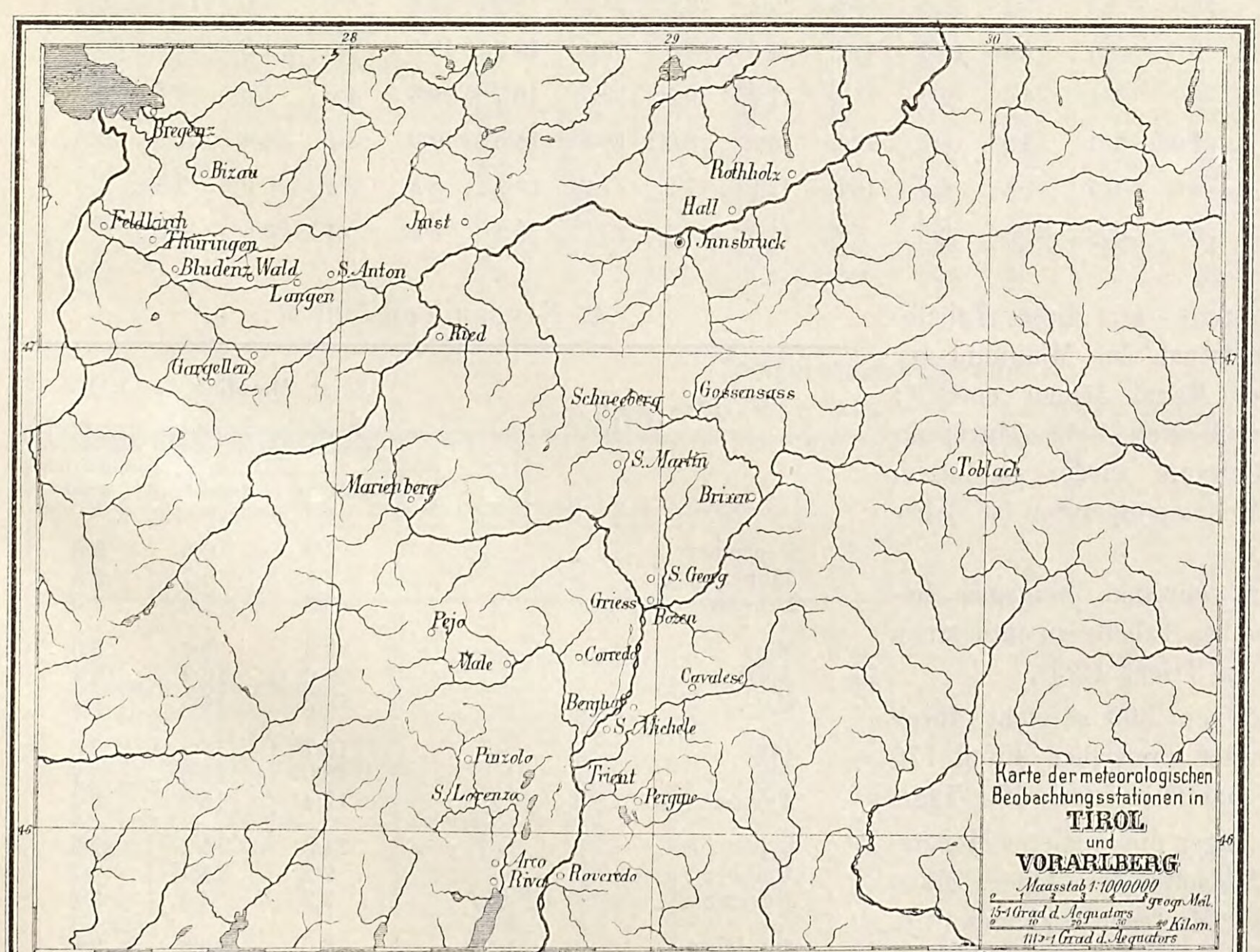
C. Auf Eisack und Rienz:
die Station Gossensass,
„ „ Schneeberg,
„ „ Brixen,
„ „ Toblach.

D. Auf den Noce:
die Station Pejo,
„ „ Malè,
„ „ Corredo.

E. Auf den Avisio:
die Station Cavalese.

F. Auf den Fersina:
die Station Pergine.

Fig. 58.



Die k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien veröffentlicht in ihrem Jahrbuch von den Stationen Riva und Bregenz die täglichen Beobachtungen über den Luftdruck, die Temperatur, den Dampfdruck, die relative

Feuchtigkeit, die Bewölkung, die Richtung und Stärke des Windes und den Niederschlag.

Von den Stationen I. und II. Ordnung werden veröffentlicht: Für jeden Monat des Jahres das Mittel, sowie das Maximum und Minimum des Luftdruckes nebst dem betreffenden Datum, von der Lufttemperatur desgleichen, ferners das Dampfdruckmittel, das Mittel der relativen Feuchtigkeit, die Bewölkung, die Monatssumme und das Tagesmaximum der Niederschläge, die Zahl der Tage mit Niederschlag, mit Schnee, Hagel, Gewitter und Wind, schliesslich die Windvertheilung.

Diese Beobachtungs-Publication erstreckt sich auf die nachfolgenden Stationen:

Bregenz, Feldkirch, Ried, Imst, Innsbruck I, Rothholz, Lienz, Gossensass, Schneeberg, Marienberg, Brixen, Gries, Cavalese, St. Lorenzo, St. Michele, Berghof Faëdo, Trient, Arco, Riva, Roveredo. Ala.

Die Stationen III. Ordnung beobachten lediglich die Lufttemperatur, die Bewölkung, den Niederschlag und die Windvertheilung. Es sind dies von den der Reichsanstalt unterstehenden Stationen: Bizau, Thüringen, Wald, Langen, Gaschurn, St. Anton, Landeck, Toblach, Buchenstein, Pinzolo und Pejo.

Von diesen Stationen wird im Jahrbuche der k. k. Centralanstalt publiciert: Das monatliche Mittel und das Tagesmaximum und -Minimum der Lufttemperatur, das Monatsmittel der Bewölkung, die monatliche Summe, sowie das Tagesmaximum des Niederschlages, die Anzahl der Tage im Monate mit Niederschlag, Schnee und Gewitter und schliesslich die Windvertheilung auf die einzelnen Monate.

Ausser den gegenwärtig functionierenden Stationen sind noch die langjährigen Beobachtungsresultate vieler älterer bereits eingegangener Stationen vorhanden und in den betreffenden Jahrgängen des Jahrbuches der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus enthalten.

Von allen diesen Stationen können aber auch die täglichen Beobachtungen im Wege der Direction der genannten Anstalt erhalten werden.

Sehr zu bedauern ist es, dass nicht mindestens von den Niederschlägen die täglichen Beobachtungen publiciert werden, wie dies in Frankreich der Fall ist, denn für den praktischen Wasserbau ist die Kenntnis derselben geradezu unentbehrlich.

Leider gestatten es die allzu geringen Mittel dieser von einer Autorität ersten Ranges, Hofrath Professor Julius Hann, mustergiltig geleiteten Anstalt nicht, diesem Bedürfnisse der Praxis gerecht zu werden, obwohl der Betrag, um den es sich hier handeln kann, in keinem Verhältnisse zu dem Vortheile steht, der durch die Publication der täglichen Niederschlagsmengen erreicht werden würde.

84. Capitel.

Beobachtungen über die Temperatur des Etsch-Gebietes.

In der folgenden Tabelle sind die mittleren Monatstemperaturen für 11 Stationen in der 30jährigen Beobachtungsperiode 1851 bis 1880 zusammengestellt. Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass in allen Stationen das Minimum der mittleren Monatstemperatur auf den Monat Jänner entfällt; von da an steigt die Temperatur und erreicht das Maximum im Juli, um sodann gegen das Minimum wieder zu fallen. Der jährliche Gang der mittleren Monatstemperatur ist daher ein sehr gleichmässiger.

Mittlere Monatstemperaturen in der 30jährigen Periode 1851—1880.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Im Jahre	Zahl der Beobachtungsjahre
Ala	0·7	3·9	7·7	12·5	16·2	20·1	22·7	22·0	18·2	13·1	6·3	1·8	12·1	5 1/2
Roveredo (Gymnasium)	0·3	3·4	7·9	12·9	16·4	20·3	22·9	22·0	18·2	13·1	6·2	1·6	12·1	8 1/2
Roveredo (Kloster)	—0·8	2·0	6·4	11·8	16·3	20·2	22·5	21·6	17·5	12·1	5·3	0·9	11·3	3
Trient (Stadt)	0·4	3·3	7·7	13·1	17·2	21·4	23·4	22·3	18·5	12·8	6·0	1·8	12·3	1 1/2
St. Michele	—0·3	2·7	7·0	12·6	16·6	20·5	22·7	21·8	18·1	12·5	5·4	1·1	11·7	9 1/3
St. Giorgio (Trient)	—0·4	2·7	7·1	12·6	16·5	20·4	22·6	21·9	18·2	12·4	5·3	1·0	11·7	6
Bozen	0·0	3·1	7·6	13·1	17·0	21·0	23·0	22·0	18·3	12·5	5·5	1·3	12·0	30
Faëdo	—0·1	1·8	4·6	9·7	13·4	17·2	19·5	19·0	15·7	10·8	4·6	1·0	9·8	9 1/3
Corredo	—1·9	0·1	3·0	8·1	12·3	16·6	19·0	18·0	14·5	9·3	3·1	—0·4	8·5	6 1/2
Cavalese	—2·6	—0·7	1·5	6·9	10·8	15·2	17·8	17·2	13·9	8·5	2·8	—0·9	7·5	3
Pejo	—3·9	—2·8	—1·0	3·5	7·4	11·5	14·1	13·3	10·1	5·4	0·4	—2·6	4·6	3

Die mittlere Jahrestemperatur schwankt hingegen beträchtlich; sie beträgt, wie aus derselben Tabelle zu entnehmen ist, in Pejo 4·6°, in Cavalese 7·5°, in Trient 12·3°.

Die Temperatur in der Höhe von 300 *m* steht durch 189 Tage über dem Mittel und unter demselben durch 176 Tage; sie steigt durch 192 Tage und fällt durch 173 Tage.

Einen bedeutenden Unterschied zeigen die mittleren Monatstemperaturen auf der Nord- und Südseite der Alpen, einen Unterschied, der mit der Zunahme der Meereshöhe kleiner wird. Dies ergibt sich aus dem Vergleiche folgender zwei Tabellen:

A. Niveau von 500 *m*:

Monat	Tirol, Meridian 11° 1' E.		
	Temperatur auf der		Differenz pro Breitengrad
	Nordseite	Südseite	
December	—2·0	0·6	3·8
Jänner	—2·4	—0·7	2·5
Februar	—0·3	1·8	3·0
März	3·3	5·4	3·0
April	9·0	10·7	2·4
Mai	13·2	14·5	1·9
Juni	16·7	18·5	2·6
Juli	18·0	20·6	3·7
August	17·4	19·8	3·4
September	14·3	16·3	2·9
October	9·2	11·1	2·7
November	2·3	4·6	3·3
Im Jahre	8·2	10·3	2·8

D. Niveau von 2000 *m*.

Monat	Tirol, Meridian 11° 1′ E. Temperatur auf der Nordseite	Südseite	Differenz pro Breitengrad
December	—7·7	—6·3	2·0
Jänner	—8·6	—7·3	1·9
Februar	—7·3	—5·9	2·0
März	—5·2	—3·9	1·9
April	—0·6	0·6	1·6
Mai	3·2	4·2	1·5
Juni	7·1	8·3	1·6
Juli	9·3	10·7	1·9
August	9·1	10·2	1·5
September	6·5	7·2	1·0
October	2·0	2·7	0·9
November	—4·1	—3·0	1·5
Im Jahre	0·3	1·4	1·6

Während also die Differenz der mittleren Monatstemperatur am Nord- und Südabhange der Alpen für den Monat Jänner beispielsweise im Meeresniveau von 500 *m* 3·8° beträgt, verkleinert sich dieser Unterschied bei einem Niveau von 2000 *m* bereits auf die Hälfte, nämlich auf 2·0°.

Die Abnahme der Temperatur nach oben beträgt für je 100 *m* Höhe im:

Jänner . 0·439°
Februar . 0·516°
März . 0·621°
April . 0·678°
Mai . 0·683°
Juni . 0·681°
Juli . 0·664°
August . 0·641°
September . 0·604°
October . 0·563°
November . 0·512°
December . 0·462°
Im Jahre . 0·589°

Die Temperaturschwankungen, das sind die Unterschiede zwischen dem absoluten Maximum und dem absoluten Minimum der Monatstemperatur betragen für die folgenden drei Stationen:

Monat	Riva	Trient	Bozen
Jänner	14	15·4	16·4
Februar	13·2	13·2	14·6
März	13·7	15·5	15·7
April	15·1	17·5	18·8
Mai	13·7	18·9	18·9
Juni	14·8	18·7	19·1
Juli	15·1	18·4	17·3
August	13·2	19·1	17·3
September	13·2	20·3	17·5
October	14·4	19·6	18·0
November	15·6	16·8	17·1
December	14·1	14·3	15·0
Im Jahre	35·9	43·2	40·6

Nachstehend folgen zwei Tabellen über die absoluten Maxima und Minima der Temperaturen.

Temperaturs-Extreme.

Absolute Maxima der Temperaturen.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahres-Maxima	Beobachtungs-Jahre
Ala	11·8	17·9	24·0	24·6	31·6	34·1	36·6	34·9	33·0	24·0	15·5	13·6	36·6	79—85
Roveredo (Gymnasium)	9·6	20·8	20·4	26·0	33·1 ?	31·9	33·9	32·4	30·6	23·3	16·5	11·5	33·9	64—68
Roveredo (Kloster)	12·6	18·6	20·7	23·2	31·2 ?	30·2	33·0	31·2	27·2	20·5	15·0	12·9	33·0	82—85
Trient (k. k. Gymnasium)	10·5	16·8	20·0	27·5	31·9	33·3	36·3	35·0	31·4	24·8	17·5	11·8	36·3	64—67
Trient (bischöfl. Gymnasium)	14·8	17·0	20·1	27·5	30·9	32·2	33·6	31·4	26·7	20·4	13·7	12·3	33·6	83—86
St. Michele	12·5	16·8	21·9	23·4	30·2	32·3	34·0	31·9	30·0	23·2	14·5	12·2	34·0	75—85
St. Giorgio (Trient)	10·3	16·0	20·3	22·5	29·3	31·4	34·7	32·1	29·8	22·8	15·5	13·0	34·7	76—82
Bozen (Realschule)	13·9	17·9	21·6	23·2	31·2	33·5	35·5	33·2	29·6	23·6	16·6	10·9	35·5	76—84
Laste (Trient)	9·4	12·2	17·5	24·4	28·0	29·9	29·4	30·8	26·8	21·0	12·5	6·5	30·8	74—75
Faëdo	10·4	14·0	18·5	20·1	25·5	28·0	30·0	28·0	27·3	19·9	16·0	13·0	30·0	75—85
Corredo	10·4	12·0	18·5	20·2	26·8	30·0	32·0	29·4	27·6	18·5	13·6	12·8	32·0	78—85
Cavalese	8·3	12·0	18·0	20·0	23·0 ?	24·4	28·3	26·0	23·0	18·0	12·3	9·2	28·3	82—86
Pejo	9·9	9·9	13·9	15·3	23·1	23·4	26·1	23·7	20·1	14·7	12·6	12·6	26·1	82—85

Temperaturs-Extreme.

Absolute Minima der Temperatur.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahres-Minima	Beobachtungs-Jahre
Ala	—10·9	— 3·4	— 5·0	2·4	7·2	10·0	12·0	12·6	9·0	1·6	— 3·8	—10·2	—10·9	79—85
Roveredo (Gymnasium)	— 9·6	— 7·6	— 1·6	—1·0	6·6	12·5	12·4	8·8	7·8	2·6	— 3·3	— 4·8	— 9·6	64—68
Roveredo (Kloster)	— 9·7	— 3·5	— 5·0	3·2	7·0	10·8	13·1	12·4	7·6	2·0	— 5·4	— 6·4	— 9·7	82—85
Trient (k. k. Gymnasium)	— 9·4	— 7·5	— 1·3	1·3	8·8	11·5	14·1	11·3	7·5	4·3	— 2·0	— 5·0	— 9·4	64—67
Trient (bischöfl. Gymnasium)	— 7·7	— 2·4	— 6·2	2·7	8·2	7·2	12·0	10·5	8·2	2·4	1·6	— 5·8	— 7·7	83—86
St. Michele	—12·4	— 9·4	— 5·8	2·0	5·8	9·2	10·8	10·8	5·3	0·2	— 4·8	—11·8	—12·4	75—85
St. Giorgio (Trient)	—13·8	—10·1	— 6·5	—1·8	6·6	10·5	10·0	11·3	6·3	0·8	— 3·8	12·5	—13·8	76—82
Bozen (Realschule)	—13·0	— 8·0	— 6·0	1·6	6·8	10·0	13·1	10·2	6·2	—3·9	— 4·0	—11·2	—13·0	77—84
Laste (Trient)	— 7·5	— 8·8	— 4·8	3·9	5·0	11·0	13·4	13·5	11·0	3·0	— 7·3	— 8·1	— 8·8	74—75
Faëdo	—11·2	— 9·5	— 7·6	—1·5	3·4	5·0	9·2	9·0	5·0	—0·2	— 6·0	—10·7	—11·2	75—85
Corredo	—14·4	— 8·2	— 9·8	—3·0	1·8	4·4	9·2	7·8	4·1	—3·0	— 8·3	—14·8	—14·8	78—85
Cavalese	—11·2	—13·0	—11·6	—5·0	—2·0	4·0	6·2	5·0	4·2	—1·4	— 6·4	— 9·4	—13·0	82—86
Pejo	—15·3	— 9·9	—14·7	—8·3	—2·7	—1·0	3·9	3·9	0·6	—5·7	—11·4	— 15·0	—15·3	82—85

85. Capitel.

Der Luftdruck.

Nachdem die Configuration des alpinen Etsch-Beckens sich von den Höhen des Hochgebirges bis zu den Niederungen des Hauptthales erstreckt, also eine Höhenscala von rund 3000 *m* durchlauft, ist auch der Luftdruck an verschiedenen Orten des Gebietes ein sehr verschiedener.

Der Luftdruck nimmt mit der Meereshöhe nach oben ab, wobei, wenn h der Höhenunterschied zweier Orte in Meter, t die Temperatur der Luftsäule von der Höhe h, B der bekannte Barometerstand im unteren Niveau, b der gesuchte Luftdruck an der oberen Station ist, die Formel gilt:

$$\log b = \log B - \frac{h}{72\,(256{\cdot}4 + t)}.$$

Es ist demnach der Luftdruck auch von der Temperatur abhängig, das heisst es ist der Luftdruck zweier Orte von gleicher Seehöhe durch die mittlere Jahrestemperatur modificiert.

Ist die mittlere Jahrestemperatur grösser, so ist es auch der Luftdruck; ebenso ist auch der Luftdruck im Sommer grösser als im Winter.

Die nachstehende Tabelle gibt für die Höhenunterschiede von 0 bis 6000 *m* den entsprechenden Luftdruck an unter der Voraussetzung, dass der Luftdruck am Meeresniveau 762 *mm* beträgt und die Abnahme der Temperatur mit der Höhe gleichförmig im Verhältnis von 0·5° C. für je 100 *m* erfolgt.[1]

Seehöhe in *m*	Temperatur im Meeres-Niveau 0°	5°	10°	15°	20°	25°	Luftdruck-Aenderung pro 1°	Höhen-Aenderung pro 1 *mm* Luftdruck-Differenz
	Mittlerer Luftdruck in *mm*							
0	762	762	762	762	762	762	0·00	10·5
500	716	716	717	718	719	720	0·16	11·1
1000	671	673	675	676	678	679	0·32	11·8
1500	630	632	634	636	639	641	0·44	12·5
2000	590	593	596	599	601	604	0·56	13·4
2500	553	556	559	563	566	569	0·67	14·2
3000	517	521	525	529	532	536	0·76	15·1
3500	484	488	492	497	501	505	0·84	16·1
4000	452	457	461	466	470	475	0·91	17·2
5000	394	399	404	410	415	420	1·02	19·6
6000	343	348	353	359	364	370	1·09	22·5

In der nachstehenden Tabelle sind für 11 meteorologische Beobachtungsstationen des Etsch-Gebietes die Mittelwerte des Luftdruckes für die einzelnen Monate, sowie die Jahresmittel, weiters die Maxima und Minima des Luftdruckes zusammengestellt.[2]

[1] Hann, Klimatologie.
[2] Busin.

Der Luftdruck.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahreswerte	Beobachtungs-Jahre
Mittelwerte.														
Roveredo (Gymn.)	744·7	744·7	738·8	743·4	743·4	744·7	742·6	742 4	744·3	743·1	744·6	745·6	743·5	64—68
Roveredo (Kloster)	748·2	747·7	741·2	738·6	741·9	741·6	742·2	742·2	742·7	743·0	743 9	744·4	743·1	82—85
Trient (K. k. Gymn.)	746·2	744·9	744·2	738·1	744·0	746·0	745·8	746·0	746·4	745·8	745·1	746·9	745·0	20—58
Trient dto.	747·9	747·8	740·2	745·6	745·2	745·9	745·2	744·7	747·9	745·4	746·8	748·2	745·9	64—69
Trient (bischöfl. Gymn.)	742·8	744·7	740·3	737·5	740·9	739·7	741·6	736·9?	742·3	740·2	743·8	748·1	741·6	83—86
St. Michele	744·7	742·7	739·1	736·6	739 1	739·9	740·1	739 9	740·5	740·7	740·9	741·7	740·5	75—85
St. Giorgio	744·6	741·7	738·2	736·5	738·1	738·7	738·8	738·2	738·6	739·5	741·4	740·1	739·5	76—82
Bozen (landw. Schule)	743·7	740·6	735·4	734·2	736·8	736·6	737·3	736·1	737·3	736·7	740·5	739·2	737·9	80—82
Bozen (Realschule)	738·4	737·2	734·8	734·5	735·0	735·9	735.8	735·6	737·4	737·3	737·2	739·0	736·5	42—73
Laste	736·5	731·7	733·8	730·6	730·6	733·3	732·8	733·5	735·7	732·6	729·6	728·9	732·5	74—75
Corredo	690·0	690·1	784·5	682·5	686·3	686·8	688·2	688·1	688·1	687·9	687·6	687·1	687·2	82—85
Cavelese	676·4	677·0	673·2	671·6	675·5	675·2	677·2	676·2	674·8	674·0	674·1	673·6	674·9	82—86
Maxima des Luftdruckes.														
Roveredo (Gymn.)	765·9	758·7	752·3	755·3	752·3	751·6	750·7	750·7	753·5	753·9	758·2	758·6	765·9	64—68
Roveredo (Kloster)	765·6	762·1	755·5	750·6	750·7	748·3	748·7	748·2	752·2	756·6	755·7	757·1	765·6	82—85
Trient (k. k. Gymn.)	766·9?	766·1	762·0	758·6	757·5	756·4	754·8	754·3	761·6	760·2	761·1	764·0	766·9?	21—58
Trient dto.	761·3	762·9	756·2	756·3	754·0	754·0	754·9	754·4	758·9	756·8	762·5	760·7	762·9	64—69
Trient (bischöfl. Gymn.)	753·7	760·3	756·4	755·8	751·5	748·7	749·9	749·7	752·8	751·3	755·2	757·6	760·3	83—86
St. Michele	758·8	758·6	755·4	756·9	751·9	748·9	748·8	748·9	750·1	754·3	756·3	759·9	759·9	75-80, 82-85
St. Giorgio	763·3	758·7	754·1	748·8	751·0	745·2	749·8	746·6	749·1	749·3	755·2	757·6	763·3	76-77, 80-82
Bozen (landw. Schule)	760·7	754·5	751·0	744·9	748·8	743·1	747·6	744·6	747·1	746·8	753·3	755·3	760·7	80—82
Laste	745·2	744·2	744·0	738·0	740·6	742·0	741·0	741·0	740·4	744·0	743·7	744·7	745·2	74—75
Corredo	706·0	701·3	697·7	695·6	695·0	693·6	696·6	694·2	699·3	699·1	701·0	699·9	706·0	82—85
Cavalese	694·9	690·9	687·4	685·8	683·8	681·9	684·4	682·7	686·1	686·7	686·4	685·2	691·9	82—86
Minima des Luftdruckes.														
Roveredo (Gymn.)	722·3	728·0	722·2	728·4	728·0	731·6	727·5	728·6	729·5	728·4	725·3	728·6	722·2	64—68
Roveredo (Kloster)	725·2	732·2	725·0	724·4	727·2	731·2	734·5	731·4	729·8	722·9	728·8	718·4	718·4	82—85
Trient (k. k. Gymn.)	724·1	718·0	719·4	723·2	729·1	732·5	734·7	731·6	730·4	725·0	721·9	719·2	718·0	21—58
Trient dto.	727·3	727·3	720·6	728·1	729·5	733·6	733·8	732·9	732·8	729·3	726·4	729·3	720·6	64—69
Trient (bischöfl. Gymn.)	725·9	730·6	719·4	720·0	726·3	728·1	732·5	724·5	725·7	723·2	730·9	721·8	719·4	83—86
St. Michele	723·1	714·9	721·7	723·1	724·0	728·5	731·6	728·2	727·6	720·3	722·8	717·0	714·9	75-80, 82-85
St. Giorgio	726·3	721·3	720·1	721·9	729·4	725·8	732·7	729·7	726·9	726·0	724·6	718·5	718·5	76-77, 80-82
Bozen (landw. Schule)	721·7	719·6	723·5	720·2	726·2	722·9	729·1	727·5	727·1	723·8	720·3	722·3	719·6	80—82
Laste	720·2	720·0	719·0	713·0	719·0	725·0	724·4	722·1	726·4	718·5	715·0	711·0	711·0	74—75
Corredo	670·3	674·0	667·0	670·1	671·1	676·0	679·8	679·2	675·2	670·3	671·6	663·5	663·5	82—85
Cavalese	664·4	662·2	653·7	657·7	659·5	665·1	669·3	666·1	663·7	657·4	661·0	651·2	651·2	

Das grösste Jahresmittel hat demnach Trient mit 745·9, während die höchste der angeführten Stationen, nämlich Cavalese, bloss 674·9 *mm* aufweist.

Die jahreszeitlichen Aenderungen in grösseren Höhen sind dadurch charakterisiert, dass der Luftdruck im Winter den niedrigsten, im Sommer den höchsten Stand erreicht.

Die jährliche Schwankung des Luftdruckes wächst mit der Höhe.

Die tägliche Schwankung des Barometers ist in Gebirgsthälern mit jener der Niederung im allgemeinen übereinstimmend, auf Berggipfeln und Bergabhängen wird das Morgenminimum zum Hauptminimum des Tages, während das nachmittägige Minimum sich abschwächt. [1]

[1] Hann.

86. Capitel.

Die Bewölkung.

Das Klima des südlichen Etsch-Gebietes ist im allgemeinen ein trockenes, daher auch dort der heitere, wolkenlose Himmel relativ viel häufiger ist, als im nördlichen Gebiet.

In der nachstehenden Tabelle über die Bewölkung sind die diesbezüglichen Beobachtungsdaten enthalten, wozu nur bemerkt wird, dass die Bewölkung nach den Zehnteln der bedeckten Himmelsfläche geschätzt wird. Hieraus werden dann die Monatsmittel durch Rechnung gefunden.

In den zwei anderen Tabellen ist die Anzahl der heiteren und der bewölkten Tage angegeben. [2]

[2] Busin.

Bewölkung.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahreswerte	Beobachtungs-Periode
Mittlere Bewölkung in Zehnteln des bedeckten Firmamentes.														
Ala	3·4	3·9	4·4	6·1	4·8	4·6	3·3	3·7	4·8	5·3	4·2	4·3	4·4	79—85
Roveredo	3·8	4·0	5·1	4·8	4·6	4·7	3·7	4·0	4·0	4·7	4·5	3·9	4·3	64-68, 82-85
Trient (k. k. Gymnasium)	3·3	3·5	4·9	3·2	4·0	4·0	3·3	3·8	4·1	3·9	4·2	3·4	3·8	64—69
St. Michele	3·5	3·9	4·7	6·1	5·4	5·1	4·0	4·2	4·9	4·8	4·7	4·1	4·6	76—85
St. Giorgio	3·3	3·4	4·2	5·6	5·8	5·1	3·2	3·6	4·2	4·7	4·7	4·2	4·3	76—82
Bozen (landw. Schule)	2·9	3·5	3·8	6·5	5·1	6·1	4·3	4·7	5·8	6·4	4·3	5·3	4·9	80—82
Laste	2·4	3·3	1·6	2·6	3·1	2·6	2·4	2·1	1·8	2·9	2·4	3·5	2·6	74—75
Faëdo	4·1	4·3	5·1	6·7	6·3	6·0	4·8	4·9	5·4	5·6	5·2	5·0	5·3	76—85
Corredo	3·5	4·0	4·3	6·4	5·6	5·3	4·7	4·6	5·2	5·5	4·6	4·3	4·8	78—85
Cavalese	3·3	4·5	5·3	6·3	5·4	5·7	4·5	4·0	4·6	4·8	4·2	3·9	4·7	83—85
Pejo	3·0	3·1	4·4	6·1	4·7	4·1	4·3	3·7	5·3	4·8	4·1	3·9	4·3	82—85
Mittlere Anzahl der heiteren Tage.														
Roveredo	16·0	12·5	9·0	3·8	8·8	5·5	7·8	8 8	7·2	6·0	9·8	11·5	106·7	82—85
Trient	14·4	13·4	12·3	8·1	6·8	9·0	10·6	11·6	9·8	11·1	9·4	13·6	130·1	21—58
St. Michele	11·0	9·2	7·8	4·3	4·0	2·5	3·5	5·0	3·8	4·0	6·5	9·7	71·3	82—85
Corredo	12·8	9·2	7·3	2·0	3·5	3·8	1·3	3·8	4·5	3·8	6·0	7·3	65·3	82—85
Cavalese	10·0	8·0	6·8	2·8	2·8	1·2	2·0	2·4	3·3	2·8	5·0	7·2	54·3	82—86
Mittlere Anzahl der bewölkten Tage.														
Roveredo	4·0	4·8	3·8	4·0	2·5	2·0	0·8	0·8	3·8	3·5	3·2	5·0	38·2	82—85
Trient	4·1	3·4	4·0	3·6	2·2	1·5	2·5	1·8	2·6	2·9	2·8	4·6	36·0	21—58
St. Michele	3·0	4·8	5·0	6·3	4·5	2·3	0·3	0·5	6·3	5·0	6·0	5·0	49·0	82—85
Corredo	4·8	5·3	5·5	7·3	5·0	3·0	1·8	1·5	4·5	6·0	3·3	4·0	52·0	82—85
Cavalese	3·6	3·8	6·2	5·6	4·2	3·8	1·0	1·4	4·0	4·0	2·2	2·5	42·3	82—86

87. Capitel.

Der Dampfdruck und die relative Feuchtigkeit.

Die zwei Tabellen auf Seite 222 geben die Grössen des mittleren Dampfdruckes und der relativen Feuchtigkeit in den einzelnen Monaten des Jahres. [3]

Die Abnahme des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre mit der Höhe erfolgt in einem sehr raschen Verhältnisse, viel rascher als die Abnahme des Luftdruckes. Die folgende Tabelle gibt den relativen Wassergehalt der Luft für einige Höhenintervalle, jenen an der Oberfläche gleich Eins gesetzt und ebenso den relativen Luftdruck oder die relative Dichte der Atmosphäre zum Vergleiche damit. Diese Tabelle ist von Herrn Hofrath Hann berechnet nach der Formel

$$e_h = e_o^{\;-\frac{h}{6500}}$$

worin e_h die Dampfspannung in der Höhe h, e_o in der Höhe o bezeichnet und h in Meter ausgedrückt ist.

[3] Busin.

Seehöhe in *m*	Wasserdampf	Luft
0	1·00	1·00
1000	0·73	0·88
2000	0·49	0·78
3000	0·35	0·69
4000	0·24	0·61
5000	0·17	0·54
6000	0·12	0·47
7000	0·08	0·42
8000	0·06	0·37
9000	0·04	0·32

Wenn daher der Wasserdampfgehalt der Luft beispielsweise durch einen Dampfdruck von 10 *mm* gegeben ist, so beträgt derselbe in gleicher Gegend auf einer Gebirgshöhe von 4000 *m* nur mehr 2·4 *mm*.

Auf einer Seehöhe von 2000 *m* hat man schon die halbe Wasserdampfmenge der Atmosphäre unter sich, in 4000 *m* ca. $^3/_4$ derselben. Die Alpen spielen daher als Wetterscheiden eine bedeutende Rolle.

Feuchtigkeit.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahresmittel	Beobachtungs-Periode
Dampfdruck.														
Ala	3·9	4·9	5·4	7·2	9·7	11·5	13·8	13·0	11·7	7·9	5·5	4·0	8·2	83—85
Roveredo (Kloster)	4·1	4·3	5·0	6·6	8·9	10·5	12·4	11·7	10·9	7·5	4·9	3·8	7·5	82—85
Trient (bischöfl. Gymn.)	3·9	4·7	4·9	6·5	9·0	11·5	13·8	13·8	12·4	10·1	6·9	4·1	8·5	83—86
St. Michele	3·7	4·1	4·8	6·4	7·7	9·9	12·1	12·7	10·8	7·7	4·9	3·8	7·4	75—85
St. Giorgio	3·5	4·3	5·2	6·7	8·4	11·5	12·3	12·9	10·9	8·0	4·8	4·5	7·8	76—82
Bozen (landw. Schule)	3·3	4·2	5·8	7·3	9·0	12·3	15·1	15·7	11·0	8·3	5·3	4·6	8·5	81—82
Laste	3·4	2·9	4·0	6·1	10·0	12·0	12·6	13·2	11·3	7·8	4·2	3·1	7·6	74—75
Faëdo	3·2	3·9	4·5	6·0	7·8	9·8	11·2	11·2	9·8	7·1	4·6	3·4	6·9	78—85
Corredo	3·3	3·8	4·5	5·9	7·7	9·4	11·6	11·2	9·8	6·9	4·6	3·6	6·9	82—85
Cavalese	3·1	3·5	4·8	5·8	7·6	9·0	10·4	10·0	8·8	6·3	4·3	3·5	6·4	82—86
Relative Feuchtigkeit.														
Ala	75	74	65	67	67	68	67	66	75	76	75	76	71	83—85
Roveredo (Kloster)	71	70	60	60	60	61	60	60	73	73	70	72	66	82—85
Trient (bischöfl. Gymn.)	77	73	61	61	57	60	57	67	72	77	81	73	68	83—86
St. Michele	75	69	62	62	61	62	61	64	73	74	74	76	68	75—85
St. Giorgio	76	73	64	65	67	63	62	65	72	77	75	75	70	76—82
Bozen (landw. Schule)	80	70	57	68	61	70	70	77	81	83	76	84	73	81—82
Laste	75	63	63	62	63	69	72	69	68	73	68	74	68	74—75
Faëdo	68	69	65	68	68	70	66	69	76	76	72	69	70	78—85
Corredo	72	72	71	72	69	71	73	75	84	83	77	76	75	82—85
Cavalese	79	73	77	78	76	74	72	71	79	81	76	78	76	82—86

Der jährliche Gang der relativen Feuchtigkeit ist auf grossen Höhen der umgekehrte von dem der Niederung — im Winter grössere Trockenheit, im Frühling und Sommer die grösste Feuchtigkeit, während die Niederungen im allgemeinen die grösste Feuchtigkeit im Winter haben, die kleinste im Sommer.

Im allgemeinen haben Thäler, weil sie stärker erwärmt sind, bei gleicher absoluter Feuchtigkeit eine etwas grössere Lufttrockenheit, als freie Abhänge oder Gipfel in gleicher Seehöhe.

Das Charakteristische der Feuchtigkeitsverhältnisse grösserer Gebirgshöhen ist der raschere Wechsel und die grösseren Extreme derselben.

Aufsteigende Luftbewegung bringt von unten Dampf, der sich rasch zu Wolken verdichtet, Windstille und absteigende Luftbewegung führt dagegen die extreme Trockenheit der höheren atmosphärischen Schichten herbei.[1]

88. Capitel.

Die Winde.

Die Winde sind Luftbewegungen, welche zur Wiedererreichung des gestörten Gleichgewichtes der Luftmasse nothwendig sind.

Eine solche Störung des Gleichgewichtes erfolgt zumeist durch ungleichförmige Erwärmung der Luftschichten an einzelnen Stellen der Erdoberfläche.

Durch stärkere Erwärmung der Luft über irgend einem Gebiete, welches zwischen minder erwärmten liegt, werden daselbst die Flächen gleichen Luftdruckes gehoben, das heisst die Luft dehnt sich aus, erlangt eine aufsteigende Bewegung und fliesst in der Höhe seitlich in die umliegenden kälteren und daher mehr comprimierten und tieferliegenden Luftschichten ab. Diese Nachbargebiete erhalten sonach grössere Luftmengen, welche sich dort ansammeln, während an der erwärmten Stelle die Luftmenge abnimmt und der Luftdruck sinkt. Es bildet sich hier eine barometrische Depression, im Nachbargebiete ein barometrisches Maximum.

Der Ausgleich dieser Luftdrucksdifferenz findet in der Weise statt, dass die Luft vom Centrum des barometrischen Maximums gegen das Minimum in der Tiefe abfliesst, bezw. gegen das Minimum zu durch den stärkeren Luftdruck hingedrückt wird, wobei sie längs der Erde hinstreichend Wasserdampf aufnimmt.

Diese Luftbewegung vollzieht sich aber nicht in geradester Richtung, sondern wird die Luft im Sinne des Buys-Ballot-schen Gesetzes auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen nach links abgelenkt. Sie erfolgt also nicht senkrecht zu den Isobaren, das ist den Verbindungslinien der Punkte gleichen Luftdruckes, sondern im allgemeinen unter einem spitzen Winkel gegen dieselben.

Diese Ablenkung wird weiters noch durch die Centrifugalkraft modificiert.

Ist nämlich die concave Seite der Bahn nach derselben Seite wie der Gradient, das ist nach der Richtung des abnehmenden Luftdruckes senkrecht zu den Isobaren gerichtet, wie dies bei einem barometrischen Minimum stets der Fall ist, so wirkt auch die Centrifugalkraft in demselben Sinne wie die Erdrotation; es wird daher auch die Ablenkung eine grössere sein. Ist umgekehrt die concave Seite der Isobaren in einer dem Gradienten entgegengesetzten Richtung, wie dies stets bei einem Maximum der Fall ist, so findet eine verminderte Ablenkung statt.

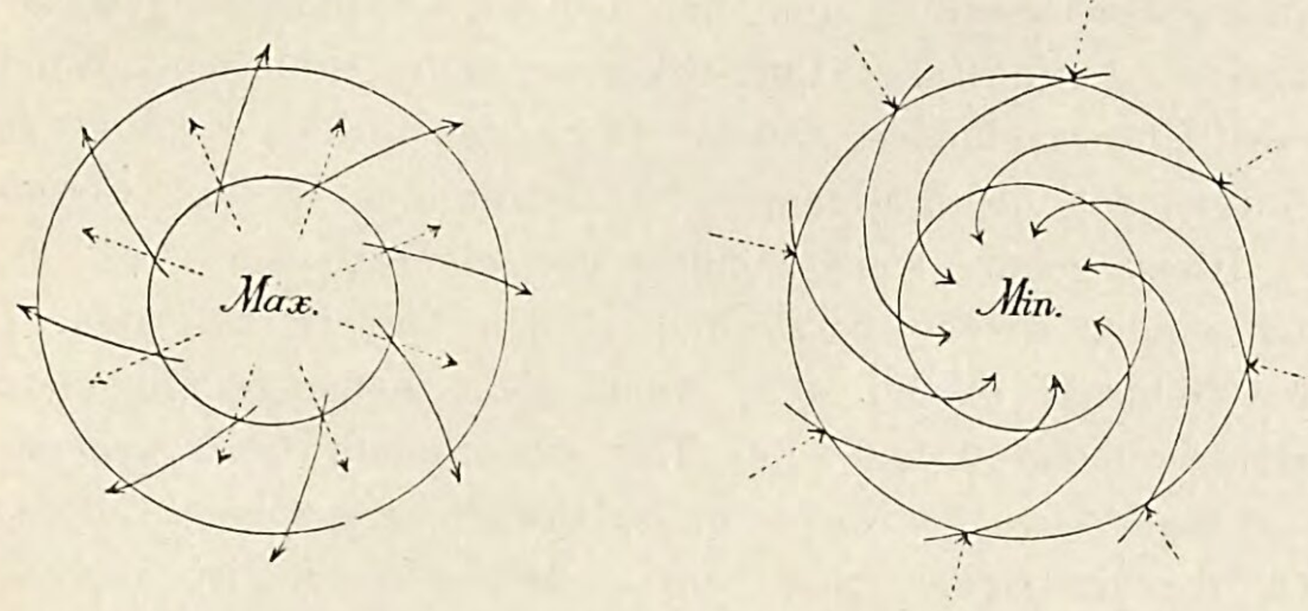
Infolge dieser Umstände findet auf der nördlichen Halbkugel die Bewegung der Luft in der Weise statt, dass dieselbe vom Maximum weg spiralförmig im Sinne der Bewegung des Zeigers einer Uhr abfliesst, im Gebiete der Depression aber die letztere spiralförmig in entgegengesetzter Richtung umkreist.

Diese Luftbewegung wird im Gebiet der Depression eine Cyclone, in jenem des barometrischen Maximums eine Anticyclone genannt.

[1] Hann.

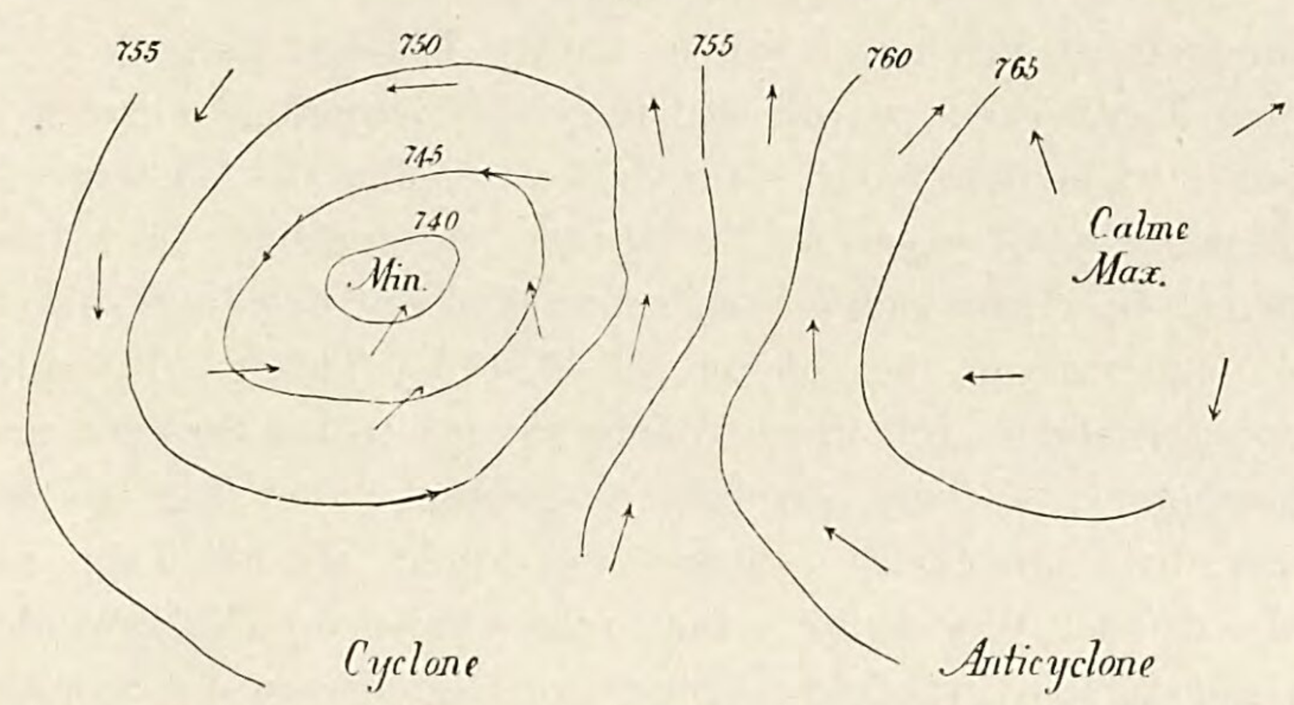
Die Art und Weise derselben ist aus der beistehenden Fig. 59 ersichtlich.

Fig. 59.



Nachdem jedoch die Isobaren keine regelmässigen Kreise, sondern ziemlich unregelmässig verlaufende Curven sind, gestaltet sich das Bild der Luftbewegung, bezw. der durch die Cyclone und Anticyclone bedingten Windrichtungen beiläufig in der Weise, wie dies in Fig. 60 dargestellt ist.

Fig. 60.



Die Winde umkreisen daher asymptotisch das Minimum, wenn nur die Bewegung in horizontalem Sinne in Betracht gezogen wird. In verticalem Sinne findet in der Region des hohen Luftdruckes eine absteigende Bewegung der Luft statt, während in der Region des niederen Luftdruckes, also in der Cyclone, wo in der Regel eine relativ höhere Temperatur herrscht, die kältere Luft sich erwärmt, aufsteigt, sich oben wieder abkühlt und die massenhaft mitgeführten Wasserdünste condensiert. Diese Niederschläge finden daher in der Regel in der Region des niederen Luftdruckes statt. In der Höhe fliesst die Luft wieder seitlich gegen die Regionen des hohen Luftdruckes ab, daher dort zumeist andere Windrichtungen resultieren, als dies unten der Fall ist. Es findet daher auch im verticalen Sinne ein Kreislauf statt.

Die Windrichtung ist daher durch die Isobaren, sowie durch den Einfluss der Erdrotation und der Centrifugalkraft bedingt.

Wendet man auf der nördlichen Halbkugel dem Winde den Rücken zu, so liegt der höchste Luftdruck rechts und etwas nach hinten, der niedrigste links und etwas nach vorne.

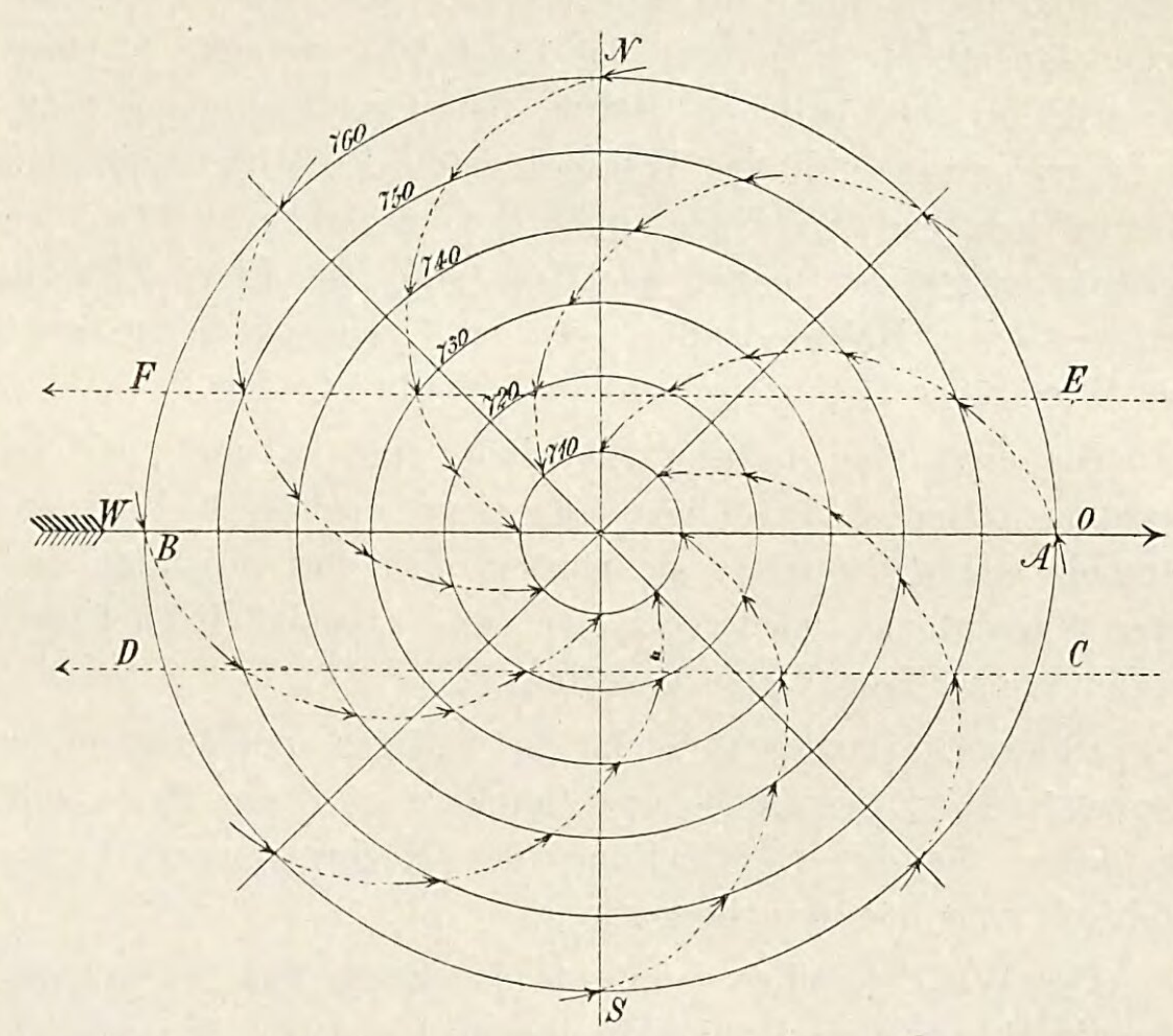
Weht beispielsweise ein Cyclonalwind bei Trient gerade von Süd nach Nord, so ist das Depressions-Centrum (barometrisches Minimum) nicht im unteren Etsch-Thal, sondern etwa west-nordwestlich, das Maximalgebiet hingegen ost-südöstlich von Trient, also etwa das Maximum in der Valsugana, das Minimum im Rendena-Thal, woraus in einem gewissen Stadium der Depression bei Trient ein Wind resultiert, der eine zur Verbindungslinie des Maximums und Minimums geradezu senkrechte Richtung besitzt.

Die Stärke des Windes hängt von der Luftdrucksdifferenz ab, deren Ausgleich eben durch diesen Wind stattfinden soll. Zieht man ein System von Linien, welche die Isobaren rechtwinklig durchsetzen, so erhält man die barometrischen Gradienten, welche in der Richtung des abnehmenden Luftdruckes gemessen werden. Die Anzahl der Millimeter, um welche der Luftdruck abnimmt, wenn man sich in der Richtung des Gradienten um einen Meridiangrad weiterbewegt, gibt die Grösse des Gradienten an.

Je enger daher die Isobaren sich aneinander schliessen, desto grösser sind die Gradienten, desto heftiger die Cyclonalbewegung und in der Regel auch die Niederschläge im Depressionsgebiet.

Durch die momentane Lage eines Depressionscentrums und der dazu gehörigen Maximalgebiete wäre schon ein ganzes Windsystem festgelegt, falls Cyclone und Anticyclone ihre Lage nicht verändern würden. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr haben die Depressionen auch eine fortschreitende Bewegung, in welche das ganze Windsystem mit einbezogen wird. Hieraus resultiert, dass beim Vorüberziehen einer Cyclone an einem bestimmten Beobachtungsort sich die Windrichtung nach einem gewissen Gesetze ändern muss. Dieses Gesetz ist aus der beistehenden Fig. 61 zu erkennen.

Fig 61.



In derselben bezeichnen die concentrischen Kreise die Isobaren von 760 bis 710 *mm*, so dass im Mittelpunkte dieser Kreise das Depressionscentrum liegt.

Nehmen wir nun an, dieses Depressionscentrum hätte eine fortschreitende Bewegung von West nach Ost, wie dies bei den meisten Cyclonen Europas der Fall ist und es befände sich ein Beobachter im Punkte C, also südlich von der Fortschrittsrichtung AB, so wird derselbe bei der gezeichneten Lage zuerst Südostwind erhalten, nach Maassgabe des Fortschreitens des Depressionscentrums und des damit untrennbar verbundenen Windsystemes nach Osten erhält er der Reihe nach die in der Linie CD mit Pfeilen bezeichneten Richtungen, also Süd, Südwest, West und Nordwest. Der Wind dreht sich also von Ost über Süd nach West der Bewegung der Sonne nach, welche von West nach Ost erfolgt.

Dieses Gesetz, als Dove'sches Gesetz bekannt, gilt für alle Beobachter südlich der westöstlich verlaufenden Cyclonen und da die meisten Cyclonen in dieser Richtung über die Nord- und Ostsee streichen, auch für das nördliche Europa überhaupt.

Befindet sich hingegen ein Beobachter nördlich der Fortschrittsrichtung AB des Minimums, also etwa im Punkte E

der Figur, so erhält er bei der Vorwärtsbewegung des Minimums der Reihe nach Südost-, Ost-, Nordost-, Nord- und Nordwestwind.

Die Beobachtung der Windrichtung ist wichtig, um die Lage des Depressionscentrums zu ermitteln.

Die barometrischen Minima haben bestimmte Wandelbahnen, welche sie mit Vorliebe wählen.

Die mittlere Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung der Minima beträgt bei den 1676 Minima, welche in den Jahren 1876 bis 1881 in Europa beobachtet worden sind,[1] 7·4 *m* per Secunde.

Tafel 4, Fig. 2, stellt die wichtigsten Zugstrassen der Sturmcentra dar.

Von diesen ist für das Etsch-Gebiet von hervorragender Wichtigkeit diejenige Zugstrasse, welche vom Südwesten der britischen Inseln südostwärts über Frankreich nach dem Mittelmeer hinzieht, sich dort mit einer aus dem westlichen Mittelmeer kommenden Zugstrasse vereinigt und sich in der nördlichen Adria in drei Zweige theilt, von denen der eine nach Nordost gegen Petersburg, einer östlich gegen das schwarze Meer und einer südöstlich längs der Adria verlauft.

Wandert nun eine Cyclone über diese Strasse von West nach Ost am Südfusse der Alpen vorbei, so erhalten die südlichen Alpenthäler, also auch das Etsch-Thal vorerst, so lange es sich in der östlichen Hälfte der Cyclone befindet, zumeist nur warme mit den Wasserdünsten des Mittelländischen Meeres beladene Südwinde und erst nachdem die Cyclone vorbeigegangen ist, bezw. nachdem sich das Etsch-Thal in der westlichen Hälfte (Halbkreise) der Cyclone befindet, geht der Wind über Ost nach Nord und Nordwest über.

Die erwähnten heissen Südwinde sind es nun, welche gezwungen sind an den hohen schnee- und eisbedeckten Alpenkämmen emporzusteigen; sie müssen sich dort abkühlen und ihre Wasserdünste niederschlagen, was zumeist in heftiger, wolkenbruchartiger Weise geschieht.

Dieser Umstand verursacht die heftigen und ausgiebigen Regengüsse im September und October im Etsch-Thale und ist daher für die Beurtheilung der Hochwasserverhältnisse Südtirols von höchster Bedeutung.

Der Wind, welcher somit für das Etsch-Thal so oft verhängnisvoll geworden ist, ist ein ungemein warmer, ja schwüler, feuchter, wolken- und regenbringender Wind, wie er an der Ostseite eines Barometer-Minimums überhaupt auftritt. Er wird im Gebiete der italienischen Sprachzunge und auch im ganzen, auch deutschem Etsch-Gebiete und weit darüber hinaus als „Scirocco" bezeichnet.

An der Adria tritt er als Südostwind auf, wie alle südlichen Winde daselbst, infolge der von Nordwest nach Südost gerichteten Längsachse der Adria und deren hohem östlichem Gebirgsrand.

Sein Gegensatz ist der Maestro, der Nordwest- und Schönwetterwind, der hauptsächlich im Sommer weht.

Der Scirocco unterscheidet sich von den Südost-, Süd- und Südwestwinden Deutschlands, wenn diese mit hoher Wärme auftreten, nur durch den Namen, höchstens noch durch die höhere Feuchtigkeit und die drückendere Schwüle, wie sie das südliche Meer voraus hat.

Der Scirocco ist der charakteristische Wind der Regenzeit des Mittelmeergebietes, also des Winterhalbjahres.[2]

[1] Wasserbau von Franzius und Sonne (Das Meer).
[2] Hann, Klimatologie.

Auch für das Etsch-Gebiet ist der Scirocco, wie schon erwähnt wurde, der wichtigste und für die Hochwasserverhältnisse zumeist ausschlaggebende Wind.

Von diesen Winden, welche eine Folge der allgemeinen Luftdrucksvertheilung und der dadurch bedingten gewissermaassen continentalen Luftströmung sind, sind jene Winde wesentlich verschieden, welche durch den localen Einfluss des Gebirges auf diese allgemeine Luftströmung erzeugt werden.

Hiezu gehören insbesondere die regelmässigen Tag- und Nachtwinde, welche vorzüglich in den Thälern auftreten. In allen Gebirgen macht sich, wenn nicht heftigere allgemeine Luftströmungen wehen, bei Tag ein thalaufwärts wehender Wind bemerkbar, bei Nacht ein thalabwärts streichender Luftzug. Die Regelmässigkeit und Stärke dieser Winde ist von der Configuration des Terrains und von den Erwärmungsverhältnissen derselben abhängig.

Diese Luftströmungen äussern sich am stärksten in den Thälern, ohne ihnen ausschliesslich eigen zu sein, denn sie äussern sich längs allen Abhängen und der Strom der Thäler ist nur das Resultat von partiellen aufsteigenden Bewegungen (Tag) oder lateralen Cascaden (Nacht).

Der Uebergang von der aufsteigenden zur absteigenden Bewegung ist rascher in engen, kurzen Thälern, langsamer im weiten Thalbecken, wo die aufsteigende Bewegung meist erst gegen 10 Uhr morgens frei im Gange ist, und der absteigende Nachtwind erst gegen 9 Uhr abends regelmässig zu werden anfängt. Die Uebergangszeiten schwanken mit den Jahreszeiten. Die Configuration des oberen Theiles der Thäler übt einen grossen Einfluss auf diese Winde aus nach den Stunden und Jahreszeiten; so wird sie bald ausgeprägter bei Tag als bei Nacht, bald umgekehrt, stärker bei Nacht als bei Tag. Zuweilen ist der Winter mit seinen Schneefällen den Nachtwinden am günstigsten, während dagegen im allgemeinen der Sommer die Tagwinde verstärkt.[1]

Am Garda-See weht die „Ora" als Südwind im Sommerhalbjahr von $10^1/_2$ Uhr vormittags bis 3 Uhr nachmittags vom unteren zum oberen Ende des Sees, was für die Schiffahrt von grossem Vortheile ist. Diese regelmässigen Winde werden durch Seitenwinde nur wenig modificiert.[2]

Auch im unteren Etsch-Thal von Ala bis Bozen weht die Ora so kräftig und regelmässig bei Tag thalaufwärts, dass die Flossfahrt auf der Etsch hierauf Rücksicht nehmen muss, indem die Flösser zeitlich morgens aufbrechen, während der Ora aussetzen und dann erst weiter fahren.

Der Nachtwind heisst am Garda-See „Sover" (auch „Sopero," in Torbole „Paesano"); er weht weniger regelmässig und kräftig als die Ora, doch kann er zu Riva zuweilen selbst sturmähnlich heulen.

In der Zwischenzeit dieser beiden entgegengesetzten Winde herrscht Windstille.[3]

In den Alpenthälern gilt es als populäre Regel, dass das Ausbleiben des täglichen Windwechsels einen Witterungs-Umschlag, das heisst schlechtes Wetter bedeutet und nach Ansicht des Herrn Hofrathes Hann mit Recht, weil es anzeigt, dass eine kräftigere allgemeine Luftströmung die locale unterdrückt und die erstere für das Gebirge meist Wolken und Regen bringt.

Der kühle Nachtwind erklärt sich leicht, indem die kalte Luft in der Sohle des Thales abwärts fliesst. Er muss dort am stärksten auftreten, wo enge, schluchtartige Thäler, welche um viele Stunden in der Insolation verkürzt sind und noch durch Waldungen und grössere Feuchtigkeit abgekühlt werden,

[1] Fournet, citiert in Hann, Klimatologie.
[2] Dizionario geografico statistico del Trentino.
[3] Hann, Klimatologie.

gegen starkerwärmte weitere Thalbecken oder Niederungen ausmünden. In besonderen Fällen kann er dann auch den ganzen Tag über anhalten.[1]

Diese kühlen Nachtwinde, die bei starker Erwärmung des Hauptthales der Etsch sehr stark sind, sind besonders auch an den Einmündungen des Avisio bei Lavis, des Leno oberhalb Roveredo, des Fersina ober Trient noch in den Vormittagsstunden in Thätigkeit und haben auf die Ausführung der Thalsperrenbauten in diesen Seitenthälern sehr hemmend eingewirkt.

Der Tagwind (Ora) ist durch die aufsaugende Wirkung des Thales, welches gewissermaassen wie eine barometrische Depression wirkt, erklärt.

Ein anderer Gebirgswind, der im Etsch-Thal auch eine Rolle spielt, ist der „Föhn", der ganz irrthümlicher Weise oft „Scirocco" genannt wird, obwohl er mit demselben gar keinen gemeinsamen Ursprung, wenn auch ähnliche Eigenschaften besitzt.

Der „Föhn", der am stärksten in der Schweiz herrscht, ist ein warmer, trockener, vom Alpenkamm mit grosser Heftigkeit herabstürzender Wind aus Südost oder Süd, seltener aus Südwest; seine Richtung hängt offenbar von der Richtung der Thäler ab, durch welche er streicht. Jene nördlichen Hauptthäler der Central-Alpen, welche von Südost nach Nordwest oder von Süd nach Nord streichen, sind dem Föhn am meisten ausgesetzt. Das Hauptgebiet des Föhn in Oesterreich liegt zwischen Trient und Salzburg.

Die Entstehung des Föhns, welche lange Zeit irrthümlich auf die Sahara zurückgeleitet wurde, ist gegenwärtig vollkommen erklärt. Entsteht nämlich nordwestlich der Alpen eine barometrische Depression, südöstlich aber ein Gebiet maximalen Luftdruckes, so fliesst die Luft von der Alpenmauer weg gegen das Centrum der Depression, so dass, da ein seitliches Nachfliessen der Luft durch die Gebirgswand verhindert ist, daselbst eine starke Auflockerung und Aufsaugung der Luft entsteht. Die Luft stürzt von der Höhe des Kammes in diese Auflockerung mit grosser Geschwindigkeit, erlangt hiedurch eine bedeutende Wärme und ist sehr trocken, da sie beim Aufsteigen am Südabhange der Alpen abgekühlt und von ihren Dampfmassen durch Niederschlag entlastet worden ist.

Dass dieser Wind nicht ein gewöhnlicher Südwind ist, beweist der Umstand, dass während seiner Dauer die Luft am Südabhange der Alpen ganz ruhig und nur wenig erwärmt ist.

Beim Aufsteigen kühlt sich die Luft um etwa $\frac{1}{2}^0$ per 100 *m* Höhe ab, wogegen sie beim Herabfallen auf der Nordseite des Gebirges bei je 100 *m* Höhe eine Wärmezunahme von etwa 1^0 erlangt; hiedurch ist die bedeutende Wärme des Föhns erklärt.

Ein Föhn muss auch aus diesem Grunde nicht unbedingt ein Südwind sein, sondern kann, falls die Bedingungen hiezu eintreten, ebenso auch von Norden eintreten. In der That wird auch in Brixen und Bozen und anderen Orten ein Nordföhn wiederholt beobachtet. Sein selteneres Vorkommen ist durch allgemeine klimatische Verhältnisse vollkommen erklärt.

Zum Schlusse seien noch die folgenden Tabellen über die Häufigkeit der starken Winde, sowie über die Windvertheilung in den charakteristischen Monaten wiedergegeben.[2]

[1] Hann.

[2] Nach Busin.

Häufigkeit starker Winde.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Im Jahre	Beobachtungs-Periode
Ala	1·0	1·0	5·0	2·3	0·7	0·3	1·0	1·0	0·7	0·3	0·0	1·3	14·6	83—85
Roveredo	1·6	1·6	2·2	2·8	2·2	1·4	1·4	0·2	0·6	1·0	0·8	1·2	17·0	80, 82—84
Trient	3·3	4·3	6·4	5·5	3·5	3·9	2·6	1·6	1·2	2·2	2·4	3·1	40·0	21—58
St. Michele	0·4	0·4	0·9	0·4	0·4	0·8	0·9	0·6	0·5	0·2	0·3	0·8	6·6	76—85
St. Giorgio	1·7	0·7	3·7	2·0	1·0	1·0	0·3	1·0	1·0	1·0	3·0	1·3	17·7	76—78
Bozen	0·7	0·0	0·7	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·7	2·1	80—82
Lasta	1·5	0·5	1·0	0·0	1·0	1·0	0·5	1·0	0·0	0·5	1·0	0·0	8·0	74—75
Faëdo	0·0	0·1	0·6	0·1	0·4	0·3	0·7	0·3	0·5	0·9	0·1	0·8	4·8	78—85
Corredo	0·8	1·0	1·5	0·3	1·5	1·3	2·0	0·8	1·8	1·3	0·3	0·5	13·1	82—85
Cavalese	6·8	2·8	3·5	4·5	5·8	7·8	1·0	1·5	4·3	2·0	3·0	1·8	44·8	82—85

Windvertheilung in den charakteristischen Monaten.

Name der Station	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmen	Beobachtungs-perioden
Jänner.										
Ala	1	37	4	2	—	1	—	—	48	79—85
Roveredo (Gymnas.)	27	7	7	3	4	5	17	23	—	64—67
Roveredo (Kloster)	11	23	4	5	1	4	4	5	36	83—85
Trient	18	10	11	20	6	9	6	13	—	64—67
St. Michele	18	13	—	1	4	1	—	1	55	75—80, 82—85
St. Giorgio	—	3	—	9	10	12	5	3	51	75—77
Bozen (landw. Schule)	10	21	15	6	5	6	13	4	13	80—82
Faëdo	31	20	1	11	17	3	1	1	8	77—85
Corredo	1	38	—	2	—	12	2	38	—	78—80, 84—85
Pejo	26	2	—	—	—	1	9	27	28	82—85

Name der Station	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmen	Beobachtungs-perioden
April.										
Ala	—	13	5	4	8	22	1	—	37	79—85
Roveredo (Gymnas.)	8	2	10	10	20	10	22	8	—	64—67
Roveredo (Kloster)	9	15	2	5	6	24	3	2	24	83—85
Trient	15	13	5	9	6	20	9	13	—	64—67
St. Michele	9	9	1	2	6	13	1	2	47	75—80, 82—85
St. Giorgio	5	8	3	26	8	11	1	6	22	75—77
Bozen (landw. Schule)	4	11	20	5	4	10	16	7	13	80—82
Faëdo	15	4	2	9	37	7	1	—	5	77—85
Corredo	1	24	—	—	—	25	—	5	35	78—80, 84—85
Pejo	13	3	—	2	4	7	7	18	36	82—85
Juli.										
Ala	2	15	5	5	5	23	1	1	36	79—85
Roveredo (Gymnas.)	7	2	7	17	16	10	26	8	—	64—67
Roveredo (Kloster)	9	12	3	8	4	21	1	4	31	83—85
Trient	10	5	1	4	4	30	20	19	—	64—67
St. Michele	11	16	1	2	11	15	1	2	34	75—80, 82—85
St. Giorgio	1	6	3	24	5	14	1	8	31	75—77
Bozen (landw. Schule)	5	6	19	3	2	15	14	4	15	80—82
Faëdo	25	19	2	11	24	8	1	—	3	77—85
Corredo	3	43	—	1	—	33	—	4	18	78—80, 84—85
Pejo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
October.										
Ala	3	22	4	6	7	11	—	—	40	79—85
Roveredo (Gymnas.)	14	4	5	9	9	16	21	15	—	64—67
Roveredo (Kloster)	8	19	5	3	2	5	5	6	40	83—85
Trient	15	15	7	10	4	20	9	13	—	64—67
St. Michele	7	21	1	1	4	7	1	1	50	75—80, 82—85
St. Giorgio	1	2	1	19	8	13	—	8	41	75—77
Bozen (landw. Schule)	4	13	21	1	2	10	19	5	18	80—82
Faëdo	25	16	2	9	24	7	1	—	9	77—85
Corredo	—	31	1	6	3	21	—	2	29	78—80, 84—85
Pejo	23	1	1	—	—	2	7	16	43	82—85

XV. Abschnitt.

Die Wasserstands-Beobachtungen im alpinen Etsch-Gebiete.

89. Capitel.

Einleitung.

Das Pegelwesen ist die erste, wichtigste und unentbehrlichste Grundlage des Wasserbaues und der Hydrographie eines Flussgebietes.

Wie weit das Pegelwesen an der Etsch in die Vergangenheit zurückreicht, ist mit Sicherheit nicht anzugeben, sicher aber ist es, dass schon in alten Plänen, die mehr als zweihundert Jahre alt sind, die Unterschiede zwischen Nieder-, Mittel- und Hochwasser deutlich gemacht und als bekannt vorausgesetzt werden, daher wohl angenommen werden kann, dass Vormerkungen der Wasserstände auch in früheren Jahrhunderten vorhanden gewesen sein müssen.

In der That finden wir auch Hochwassermarken sehr alten Datums im Etsch-Thale, so zum Beispiel in Trient seit dem Jahre 1512, in Sacco seit dem Jahre 1445 und manche andere, von denen bei Besprechung der Hochwasserstände die Rede sein wird.

Pietro Montenari aus Verona, welcher im Jahre 1791 von der Regierung der venetianischen Republik, die für die Etsch ein eigenes Amt (Magistrato) als einen Theil des Wasseramtes (Magistrato Acque) besass, nach Tirol entsendet wurde, um den Einfluss der dort im Zuge gewesenen Etsch-Regulierung auf die venetianische Etsch zu studieren, berichtet, dass die Etsch in Verona oft schon Hochwasser hat, wenn sie in Tirol 18 oder 20 Zoll (0·52 bis 0·58 *m*) über dem „Schifffahrtszeichen" steht. Es müssen also damals schon die Wasserstände der Etsch der Schiffahrt wegen gemessen und vorgemerkt worden sein, wovon sich jedoch keine Spuren mehr auffinden lassen.

Montenari erwähnt auch schon der alten Hochwassermarken in Trient und Sacco, welche hiemit durch ein schon hundert Jahre altes Zeugnis beglaubigt erscheinen.

Regelmässige Pegelbeobachtungen, deren Aufzeichnungen sich erhalten haben, wurden erst im Jahre 1844 eingeführt, und zwar wurden zuerst die Pegel an der Masetto-Brücke, unterhalb der Noce-Mündung, bei St. Michele, bei Nave, unterhalb der Avisio-Mündung bei Roncafort, bei der Etsch-Brücke in Trient (St. Lorenzo) und im Durchstiche von Matarello aufgestellt.

Diese Pegel wurden später vermehrt, und zwar wurde im Jahre 1847 einer am Anfange des Lidorno-Durchstiches, im Jahre 1849 an der alten Fersina-Mündung, bei Acquaviva und Riosecco, im Jahre 1850 im Durchstiche von Virginia, im Jahre 1859 im Durchstiche von Centa, weiters im Jahre 1873 einer vor dem Nomi-Durchstiche bei Calliano aufgestellt.

Diese Pegel, welche nur die untere Etsch-Strecke, nämlich die III. Section betreffen, wurden leider wiederholt

und zwar in den Jahren 1862 und 1864 auf den Winter-Wasserstand umgestellt, um nur positive Ablesungen zu erhalten, ein Fehler, der in früheren Decennien häufig, beispielsweise auch am Rhein in Deutschland vorgekommen ist.

Hiedurch ist eine kleine Unklarheit in die Ablesungen gekommen, welche aufzuklären nöthig ist, da sonst das so wertvolle Beobachtungs-Materiale verloren gehen würde.

Ueber die Aenderung der Nullpunkte, welche Baurath Mensburger, der damalige Kreis-Ingenieur von Trient am 20. Jänner 1861 vornahm, indem er einige Pegel-Nullpunkte auf den Winterwasserstand herabsetzte, gibt die nachstehende Tabelle, welche um jeden Irrthum zu vermeiden, nach der von Mensburger selbst verfassten Tabelle gleichlautend wiedergegeben ist, Auskunft.

Uebersicht der Nullpunkte unter einem gemeinschaftlichen Horizont (2000′) über dem Meeresspiegel der 14 Etsch-Wasserpegel *a*) vor dem 20. Jänner 1862, *b*) von da herwärts.

Nr.	Pegel-Standort	Höhen-Cote bezüglich des alten Pegel-Nullpunktes	Höhen-Cote bezüglich des neuen Pegel-Nullpunktes	Anmerkung
1	Bozener Kreisgrenze	—	—	seit 21. Jänner 1864 neu aufgestellt
2	Masetto-Brücke	1190′ 0″ 1‴	1190′ 1″ 1‴	Senkung des neuen Nullpunktes um 0′ 1″ 0‴
3	St. Michele	1192′ 0″ 0‴	1191′ 0″ 0‴	Hebung „ „ „ „ 1′ 0″ 0‴
4	Nave	1203′ 9″ 11‴	1202′ 4″ 11‴	Hebung „ „ „ „ 1′ 5″ 0‴
5	Avisio-Mündung	1215′ 9″ 10‴	1216′ 0″ 10‴	Senkung „ „ „ „ 0′ 3″ 0‴
6	Rosta Thunn	1221′ 3″ 1‴	1219′ 3″ 1‴	Hebung „ „ „ „ 2′ 0″ 0‴
7	Centa	—	—	—
8	St. Lorenzo (Trient)	1241′ 6″ 10‴	—	—
9	Fersina-Mündung	1244′ 10″ 3‴	1251′ 8″ 3‴	Senkung „ „ „ „ 6′ 10″ 0‴
10	Unter der Fersina-Mündung	1248′ 6″ 6‴	1252′ 3″ 6‴	Senkung „ „ „ „ 3′ 9″ 0‴
11	Lidorno	1254′ 2″ 9‴	1257′ 6″ 9‴	Senkung „ „ „ „ 3′ 4″ 0‴
12	Matarello	1262′ 10″ 7‴	—	—
13	Acquaviva	1265′ 2″ 2‴	1265′ 8″ 2‴	Senkung „ „ „ „ 0′ 6″ 0‴
14	Rio secco	1274′ 5″ 11‴	1276′ 5″ 11‴	Senkung „ „ „ „ 2′ 0″ 0‴

Die drei Pegel: von Centa (7), St. Lorenzo (8) und Matarello (12) wurden im Winter 1861, also schon ein Jahr früher, auf den Winterwasserstand gestellt und zeigten sich um 11″, 10″ und 6″ zu hoch gegenüber den anderen Pegeln, sie wurden daher im Jahre 1864 gesenkt.[1]

Nach dem Nivellement Semrad's vom Jahre 1875 ergeben sich die Coten der Pegel-Nullpunkte aus der nachstehenden Tabelle, aus welcher auch die Resultate des Nivellements vom Jahre 1883, welche mit dem Semrad'schen Nivellement genügend übereinstimmen und die bisherigen Veränderungen der Pegel-Nullpunkte zu entnehmen sind.

Pegelstands-Ort	Aenderungen der Nullpunkte in den Jahren 1862 und 1864	Von Semrad vorgefundene Cote des Pegel-Nullpunktes 1875 in *m*	Cote des Pegel-Nullpunktes nach dem Nivellement 1883 in *m*	Anmerkung
Bozener Kreisgrenze	1864 neu aufgestellt	206·407	206·368	—
Masetto-Brücke	—	204·007	203·965	—
St. Michele	1862 um 0·316 gehoben (1′)	203·776	203·736	October 1882 weggerissen, provisorisch auf 203·177 und im Februar 1884 wieder auf die richtige Cote gesetzt
Nave	1862 um 0·448 gehoben (1′ 5″)	199·582	199·537	—
Vodi	1862 um 0·079 gesenkt (3″)	195·850	195·894	nach 1882 neu gesetzt
Roncafort	1862 um 0·316 gehoben (1′)	192·825	192·905	nach 1882 neu gesetzt
Centa	1864 um 0·316 gesenkt (1′)	187·687	187·682	—
St. Lorenzo	1864 um 0·316 gesenkt (1′)	186·554	186·554	—
Fersina	1862 um 1·844 gesenkt (5′ 10″)	184·089	184·096	nach 1882 neu gesetzt
Virginia	1862 um 0·869 gesenkt (2′ 9″)	183·055	183·070	nach 1882 neu gesetzt
Lidorno	1862 um 0·737 gesenkt (2′ 4″)	182·200	—	—
Matarello	1864 um 0·316 gesenkt (1′ 0″)	180·640	180·638	—
Acquaviva	1862 um 0·158 gesenkt (6″)	179·653	179·646	nach 1882 neu gesetzt
Rio secco	1862 um 0·895 gesenkt 2′ 10″)	176·300	176·265	—
Calliano	—	174·815	174·835	—
Chiusole	—	—	171·237	neu gesetzt
Ponte di Villa	—	—	169·147	neu gesetzt
Ponte di Sacco	—	—	166·397	nach 1882 neu gesetzt

[1] Die Tabelle ist vom 9. Juli 1862 datiert und von Mensburger unterschrieben.

Der Pegel bei Lidorno wurde bereits seit vielen Jahren aufgelassen.

Bei Chiusole, Villa Lagarina und Sacco wurden im Jahre 1884 neue Pegel errichtet. Diese drei neuen Pegel der III. Section sind in der vorstehenden Tabelle bereits aufgenommen.

In der oberen Strecke des Etsch-Flusses sind ebenfalls seit Jahren geführte Pegelbeobachtungen vorhanden. Die Nullpunkte der Pegel sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Pegel-Standort	Cote des Nullpunktes in *m* über Meer	Anmerkung
I. Section.		
Marlinger Brücke	288·40	Bis Juli 1890 abgerundet mit 288·40 statt 288·39.
Burgstaller „	260·90	—
Vilpianer „	248·23	—
Terlaner „	245·42	—
Schober „	243·07	—
Sigmundskroner Brücke	239·25	Bis 21. September 1882 war die Cote 239·10 an der alten Sigmundskroner Brücke. Nach dem Eisack-Einbruch 1882 wurde ein Interimspegel mit Cote 239·49 abgelesen bis zum 31. December 1887. Von da an gilt der Pegel an der neuen Sigmundskroner Brücke mit 239·25.
I/a Section.		
(Pfatten) Branzoll	225·97	Vom Jahre 1883 bis 1885 wurde am provisorischen Pegel von Leifers abgelesen (Cote 232·72); vom Jahre 1885 bis 1887 Cote des Nullpunktes 228·00.
Gmund	218·50	In den Pegeltabellen II. Semester 1889 und I. Semester 1890 ist Nullpunkt mit 218·88 notiert. (Alter Nivellementsfehler.)
II. Section.		
Neumarkter Brücke	213·66	—
Florianer „	211·04	—
Salurner „	207·92	—
Cadino- „	205·62	—
Masetto- „	204·13	—
Micheleer Strassen-Brücke	203·91	—

Ausser diesen Pegeln werden auch Pegeln an den drei Quell-Seen der Etsch, nämlich dem Reschen-See, dem Mitter-

See und dem Haider-See regelmässig seit dem Jahre 1867 abgelesen.

Sämmtliche Beobachtungsergebnisse werden halbjährig durch die Baubezirke der k. k. Statthalterei in Innsbruck vorgelegt und im technischen Departement dieser Behörde aufbewahrt.

90. Capitel.

Die Niederwasserstände der Etsch.

Wie aus den Pegelzusammenstellungen hervorgeht, sind seit der Regulierung der Etsch in der Strecke Meran—Sacco im allgemeinen die Niederwässer gesunken, was durch die Eintiefung der Flussohle infolge der Concentrierung der Wassermengen erklärlich ist.

Nur an Stellen, wo bisher die Arbeiten der Etsch-Regulierung nicht in Angriff genommen worden sind, zeigt sich ein Ansteigen der Niederwässer, z. B. bei Nave.

Die niederen Wasserstände erreichen, in Trient das Minimum im Monate Jänner, wo die Niederschläge zumeist in fester Form fallen und liegen bleiben, das Maximum hingegen im Juni. Das Ansteigen der Niederwasserstandscurve erfolgt nach den sehr niederen Wasserständen der Monate Jänner, Februar, März und April sehr rasch und ziemlich unvermittelt im Mai, um im Juni und Juli die Culmination zu erreichen, was eine Folge der Gletscher- und Schneeschmelze ist.

Von da ab sinken die Niederwässer constant bis Jänner, denn die regelmässigen grossen Regengüsse im September und October veranlassen wohl ein rapides Ansteigen der Hochwässer und erzeugen in diesen letzten Monaten die Jahresmaxima, sie vermögen aber auf die dauernde Speisung der Niederwässer keinen besonders nennenswerten Einfluss zu üben, da sie zu rasch abfliessen.

Für den Stand der niedrigsten Wässer ist daher die Gletscherschmelze von ausschlaggebender Bedeutung.

In Trient betrugen die Niederwasserstände in der Zeit vom Jahre 1862 bis 1890 folgende Grössen:

Jahr	1862	1863	1864	1865	1866	1867
Wasserstand	0·03	0.37	0·11	0·00	0·03	— 0·08
Jahr	1868	1869	1870	1871	1872	1873
Wasserstand	0·03	0·00	— 0·24	— 0·08	— 0·24	— 0·29
Jahr	1874	1875	1876	1877	1878	1879
Wasserstand	— 0·05	— 0·21	0·00	— 0·08	— 0·15	0·05
Jahr	1880	1881	1882	1883	1884	1885
Wasserstand	0·00	0·00	— 0·00	— 0.20	— 0·43	— 0·48
Jahr	1886	1887	1888	1889	1890	
Wasserstand	— 0·23	— 0·30	— 0·45	— 0·45	— 0·45	

Es betrug daher das Mittel der Niederwasser-Minima in der Periode

1862—1870 + 0·06 *m*
1870—1880 — 0·13 *m*
1880—1890 — 0·25 *m*,

woraus das Sinken der Niederwasserstände ersichtlich ist.

Im Etsch-Flusse sind jedoch infolge der seit etwa 1880 im Zuge befindlichen grossen Regulierungsarbeiten und der fast continuierlich aufeinander folgenden Durchstiche so bedeutende Veränderungen der Flussohle und zwar zumeist nur Eintiefungen im Zuge, dass man vorläufig aus diesem Wechsel der Niederwasserstände tiefergehende Schlüsse, welche sich auf das Klima und auf periodische Schwankungen der Niederwässer beziehen könnten, mit Verlässlichkeit nicht fällen kann, da die erste und sichtbarste Ursache des Sinkens der Niederwasserstände eben die Eintiefung des Flussbettes ist und neben ihr andere geringere Schwankungen, welche zweifellos auch vorhanden sind, nicht mit Sicherheit unterschieden werden können.

Umgekehrt ist das Ansteigen der Niederwässer bei Nave ebensowenig eine Folge meteorologischer Perioden, sondern in erster Reihe ein Ergebnis der Sohlenhebung an dieser erst jüngst in Angriff genommenen Regulierungsstrecke.

Das Mittel der Niederwasserstände in der Zeit vom Jahre 1862 bis 1890 beträgt —0·11 *m*. Auf die einzelnen Monate des Jahres vertheilt ergeben sich die Minima der Niederwässer folgendermaassen:

Monat	Minimum 1862—1890
Jänner	—0·48
Februar	—0·45
März	—0·45
April	—0·45
Mai	+0·20
Juni	+0·70
Juli	+0·65
August	+0·20
September	+0 25
October	+0·04
November	—
December	—

Die sonstigen Verhältnisse der Niederwasserstände in den einzelnen Jahren sind aus den Längenprofilen zu entnehmen und sollen bei Beurtheilung des Erfolges der Etsch-Regulierung des näheren besprochen werden.

Es versteht sich von selbst, dass im Verlaufe der Regulierung die Niederwasserstände grossen Schwankunden unterworfen sind, insbesondere hat die Ausbildung der Durchstiche, die Vergrösserung der Durchflussweiten der über den Fluss führenden Brücken und andere geringfügigere Umstände einen grossen Einfluss auf dieselben. Im allgemeinen findet aber gegen das Ende der Regulierung zu auf der ganzen Linie ein Ausgleich des Längenprofiles des Niederwassers im Sinne des Ausgleichsprofiles und einer allgemeinen Eintiefung des Flussschlauches infolge der Concentrierung der Wassermassen statt. Wo eine Abweichung hievon vorhanden ist, ist eine solche durch besondere locale Ursachen stets leicht und zweifellos aufzuklären.

Sowohl der Ausgleich als die Eintiefung des Flussschlauches und des damit verbundenen Niederwasserstandes ist bei der Etsch-Regulierung bereits jetzt in der befriedigendsten Weise eingetreten, wie ein Blick auf das Längenprofil zweifellos ergibt.

Das Sinken der Niederwasserstände ist aber ein grosser Vortheil für das Etsch-Thal, weil hiemit auch ein Sinken des Grundwasserstandes verbunden ist und dadurch die Vorflut und Entwässerung des Binnenlandes wesentlich erleichtert wird.

Weitere verlässliche Schlüsse aus den Beobachtungen über die Niederwasserstände der Etsch werden erst dann möglich sein, bis der Ausgleich des Längenprofiles auf der ganzen Strecke vollkommen beendet und von diesem künftigen Zeitpunkte an eine mindestens 35- bis 50-jährige Beobachtungsreihe vorhanden sein wird.

91. Capitel.

Die mittleren Wasserstände der Etsch.

Die Mittelwässer der Etsch bewegen sich mehr oder weniger um den Wasserstand von 1 *m* über Null, also etwa zwischen + 0·50 bis + 1·50 *m* über Null.

Aus der nachstehenden Tabelle ist der Stand der Niederwässer, der gewöhnlichen Mittelwässer und der kleinen Sommerhochwässer in den Jahren 1862 bis 1890 für den Trienter Pegel zu entnehmen.

Jahr	Niederwasser	Mittelwasser	Sommer-Hochwasser
1862	0·72	1·74	1·23
1863	0·85	1·89	1·37
1864	0·57	1·33	0·95
1865	0·47	1·42	0·95
1866	0·67	1·48	1·08
1867	0·62	1·75	1·19
1868	0·74	2·09	1·42
1869	0·46	1·22	0·83
1870	0·35	1·26	0·81
1871	0·49	1·32	0·91
1872	0·88	2·26	1·57
1873	0·75	1·84	1·30
1874	0·43	1·26	0·85
1875	0·46	1·21	0·84
1876	0·68	1·81	1·25
1877	0·55	1·86	1·21
1878	0·64	1·90	1·27
1879	0·90	1·84	1·37
1880	0·55	1·50	1·03
1881	0·46	1·21	0·84
1882	0·56	2·07	1·32
1883	0·46	1·24	0·85
1884	0·09	1·86	0·48
1885	0·25	1·59	0·92
1886	0·35	1·60	0·98
1887	0·35	1·13	0·74
1888	0·81	2·19	1·50
1889	0·47	1·91	1·19

Das grösste Maximum der Mittelwässer war im Jahre 1872 und erreichte 1·57 *m* über Null, das Minimum dieser Wässer erreichte im Jahre 1884 0·48 *m* über Null. Die Durchschnittswerte der Mittelwässer betrugen in der Periode

1862—1870 1·13 *m*
1870—1880 1·14 *m*
1880—1890 0·99 *m*

Das Mittel der ganzen Periode 1862 bis 1890 beträgt 1·08 *m* über Null.

Aus Tafel 64 sind weiters die Maxima und Minima der Mittelwasserstände in den einzelnen Monaten der Jahre 1862 bis 1890 zu entnehmen.

Diese Resultate sind auch in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben:

Monat	Maximum	Minimum	Mittel
Jänner	0·32	—0·02	0·15
Februar	0·13	—0·08	0·03
März	—0·03	0·51	0·24
April	1·24	0·19	0·72
Mai	2·30	—0·74	1·52
Juni	2·83	1·44	2·14
Juli	2·54	1·26	1·90
August	2·30	0·99	1·65
September	2·53	0·70	1·62
October	2·13	0·54	1·34
November	—	—	—
December	—	—	—

Das grösste Mittelwasser war daher 2·14, das kleinste 0·03 über Null.

Aus dem Verlaufe der Curven ist zu ersehen, dass die Mittelwässer ihr Maximum im Juni erreichen, also im allgemeinen dem Verlaufe der Niederwassercurve folgen. Der Verlauf der Mittelwässer ist ebenfalls in erster Reihe von der Gletscherschmelze bedingt.

Diese Resultate stimmen ziemlich mit der von Sonklar gegebenen Tabelle für die Mittelwässer am Trienter Pegel aus einem 14-jährigen Mittel überein, welche nachstehend folgt.

Monat	Mittlerer Wasserstand in *m*
Jänner	0·125
Februar	0·059
März	0·193
April	0·653
Mai	1·611
Juni	1·951
Juli	1·549
August	1·342
September	1·088
October	1·011
November	0·798
December	0·588

Nach diesem ergibt sich das Jahresmittel der Mittelwässer mit 0·882 *m*.

92. Capitel.

Die Hochwasserstände der Etsch.

Die ältesten Hochwassermarken.

Nach Bocchi fand Montenari in Trient und Sacco alte Hochwassermarken, von denen er in seinem Berichte an die Regierung der venetianischen Republik vom Jahre 1792 erwähnt.

In Trient fand er an dem Thürpfosten eines Thores, genannt „Portela,“ in der Gegend der St. Lorenzo-Brücke, eine Inschrift, welche vom Jahre 1757 datiert war und angab, dass sich die Etsch über der Schwelle dieses Thores 8 Fuss erhob. Von dieser Schwelle bis zum gewöhnlichen Wasserspiegel fand Montenari weitere 10 Fuss,[1] es hätte sich daher das Hochwasser der Etsch im Jahre 1757, welches wahrscheinlich das grösste Hochwasser seit dem Jahre 589 gewesen ist, um 18 venetianische Fuss über den gewöhnlichen Wasserstand der Etsch erhoben.

Da nun ein venetianischer Fuss und offenbar hat sich Montenari nur dieses Maasses bedient, 347·73 *mm* beträgt,[2] so hätte sich das Hochwasser des Jahres 1757 um 6·258 *m* über den gewöhnlichen damaligen Wasserstand erhoben.

Ebenso fand Montenari, dass sich das Hochwasser vom Jahre 1776 um 2 venetianische Fuss über die besagte Thürschwelle, also 12 Fuss oder 4·172 *m* über den gewöhnlichen Wasserstand der Etsch erhob.

In Trient wurden die Höhenmarken aller denkwürdigen Hochwässer auf den Pegel „alla Portela“ übertragen, welcher sich neben der „torre Vanga“ im tiefsten Punkte der Stadt befindet.[3]

Nach dem Hochwasser 1882 wurde dieser Pegel neu in Stand gesetzt, gedeckt und mit einer neuen auf den Nullpunkt des Trienter Pegels an der St. Lorenzo-Brücke bezogenen Scala versehen, damit der Vergleich zwischen den alten und neueren Hochwässern leichter gezogen werden könne.

Auf dieser neuen Pegelscala finden sich nachstehende Hochwässer verzeichnet:

1. 1. October . 1512 4·31 *m*
2. 22. September 1829 4·72 *m*
3. 1. October . 1567 4·82 *m*
4. 17. Mai . . . 1846 4·87 *m*
5. 28. October . 1882 5·00 *m*
6. 20. October . 1841 5·01 *m*
7. 24. October . 1844 5·07 *m*

[1] Bocchi: „L'Adige“. Die Angabe 8' statt 10' ist dort ein offenbarer Druckfehler, da die Zahl 3·477 *m* (also 10') eingeklammert erscheint und die Zahlen 12 und 18 sonst nicht stimmen könnten.

[2] Wach: „Baurathgeber“.

[3] Biadego.

8. 8. October . 1823 5·27 *m*
9. 31. August . 1845 5·43 *m*
10. 5. October . 1868 5·84 *m*
11. 1. September 1757 6·16 *m*
12. 17. September 1882 6·24 *m*

Das grösste Hochwasser in Trient war nach diesem Pegel dasjenige vom 17. September 1882 mit dem Wasserstande von 6·24 *m*. Ihm folgt zunächst dasjenige vom 1. September 1757 mit dem nahezu gleichen Stande von 6·16 *m*.[1]

Herr Ingenieur Apollonio bemerkt in einem Briefe an Ingenieur Biadego, welchen letzterer veröffentlichte, dass der Hochwasserstand am 17. September 1882 unmittelbar am Flusse nicht 6·24 *m*, sondern bloss 6·11 *m* betrug, während die Mehrhöhe von 0·13 *m* am Pegel „alla Portela" durch die Rückstauung von Wässern verursacht wurde, welchen der Ablauf mangelte.

Desgleichen bemerkt auch Herr Apollonio, dass ein Vergleich zwischen den einzelnen Wasserständen in Trient nicht wohl möglich ist, weil inzwischen grosse bauliche Veränderungen an der Etsch und in der Stadt vorgekommen sind.

Ausser diesen am Pegel alla Portela verzeichneten Hochwässern verdienen übrigens noch einige andere Hochwässer, welche nachstehend angegeben werden, Beachtung:

17. October . 1868 4·33 *m*
20. Juni . . 1871 4·35 *m*
29. November 1878 4·40 *m*
16. October . 1885 5·75 *m*
12. September 1888 5·65 *m*
12. October . 1889 5·25 *m*
13. Juli . . . 1890 4·75 *m*

Montenari berichtete weiters über Hochwassermarken, die er am Thürstock der Kirche St. Nicolò de Zatteri in Sacco fand, deren Fussboden 2·60 *m* über dem gewöhnlichen Wasserspiegel der Etsch lag. Es erhoben sich die nachstehenden Hochwässer über dem genannten Fussboden um die beistehenden Maasse:

1649 um 0·69 *m*
1719 „ 0·92 *m*
1757 „ 1·97 *m*
1767 „ 1·27 *m*
1776 „ 1·59 *m*

Die Höhe dieser Hochwässer über dem gewöhnlichen Wasserspiegel der Etsch wäre daher:

1649 3·29 *m*
1719 3·52 *m*
1757 4·50 *m*
1767 3·87 *m*
1776 4·19 *m*

Es wäre also hier von den älteren Hochwässern dasjenige vom Jahre 1757 das grösste gewesen.

Nach dem erwähnten Schreiben Herrn Apollonio's befinden sich weiters in Sacco auf dem Thürpfosten des Hauses Caracristi Nr. 62 folgende Hochwassermarken vor:

1. 28. October . 1882 0·00 *m*
2. 21. October . 1841 0·08 *m*
3. 31. August . 1845 0·17 *m*
4. 11. October . 1789 0·27 *m*
5. 1445 0·47 *m*
6. 5. October . 1868 0·58 *m*
7. 2. September 1757 0·94 *m*
8. 17. September 1882 1·48 *m*

[1] Sonklar: „Von den Ueberschwemmungen" gibt übrigens den Hochwasserstand des Jahres 1757 höher und zwar mit 6·20 an.

Darnach wäre das Hochwasser vom 17. September 1882 bei Sacco um 0·54 *m* höher gewesen, als dasjenige vom Jahre 1757.

Höchst bemerkenswert ist übrigens die Hochwassermarke vom Jahre 1445, welche die älteste ist, die an der Tiroler Etsch überhaupt vorkommt. In Verona haben wir die älteste Hochwassermarke aus dem Jahre 1239 im Presbyterium der Kirche St. Zeno maggiore getroffen.

Die erwähnten Hochwassermarken in Sacco finden sich übrigens auch an der Thüre des Hauses Benetti Nr. 66 in Sacco und stimmen nach Herrn Apollonio mit denjenigen des Hauses Casacristi vollkommen überein, daher die Verlässlichkeit dieser Marken ausser Zweifel steht.

Am Hause Benetti ist überdies das Hochwasser vom Jahre 1776 markiert, welches auf das Haus Casacristi übertragen die Höhe von 0·67 gibt.

93. Capitel.

Die Maxima der Hochwasserstände.

Der Verlauf der grössten Hochwasserstände, wie sich selbe seit den Zeiten, aus denen Aufschreibungen vorliegen, ergeben, zeigt einen steten Wechsel von Maxima und Minima.

In den beiliegenden Tafeln 39, 40 und 41 sind diese Hochwassercurven für einige Beobachtungsstationen dargestellt.

Für die Stationen Trient und Branzoll sind die Beobachtungsdaten auch in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Tabelle jährlicher Maxima der Pegelstände der Etsch zu Branzoll von 1843 bis 1890.

Jahr	Tag	Pegelstand in *m*	Jahr	Tag	Pegelstand in *m*
1843	6., 29. Juni . .	3·24	1867	18. September . .	3·11
1844	25. October . . .	2·82	1868	5. October . . .	4·11
1845	29. August . . .	2 92	1869	8. Mai	2·21
1846	17. Mai	3·24	1870	8. September . .	2·40
1847	21. Mai	2·53	1871	19. Juni	3·90
1848	2. Juli	3·48	1872	22. Mai	3·14
1849	7., 11.—13., 15. u. 16. Juni . . .	3·48	1873	2. Juli	2·69
			1874	5., 9. August . .	2·37
1850	18. Juni	3·40	1875	20. Juni	3·66
1851	18. Juli	4·11	1876	9., 12. Juni . . .	2·80
1852	3. October . . .	3·21	1877	16. Juli	3 25
1853	16. Juli	3·16	1878	17. August, 3. November . . .	3·00
1854	8. August . . .	1·85			
1855	17. Juni	3·62	1879	27. Juni	3·60
1856	2. October . . .	2·81	1880	16. September . .	2·35
1857	10. Juni	1·58	1881	27. Juni	2·35
1858	10. Juli	2·00	1882	17. September . .	4·70
1859	6., 9. Juni . . .	1·58	1883	18. Juni	2·70
1860	15. Juni	2·56	1884	26. Mai	1·70
1861	28. Juni	2·02	1885	16. September . .	4·50
1862	6., 7. September .	3·00	1886	9. November . .	2·50
1863	26. September . .	3·00	1887	9. September . .	3·00
1864	19. September . .	1·89	1888	11. September . .	5·10
1865	4. August . . .	2·19	1889	12. October . . .	5·40
1866	4. Juli	2·53	1890	13. Juli	5·75

Tabelle jährlicher Maxima der Pegelstände der Etsch zu Trient von 1844 bis 1890.

Jahr	Tag	Pegelstand in *m*	Jahr	Tag	Pegelstand in *m*
1844	25. October . . .	5·07	1854	9. Juli	1·79
1845	31. August . . .	5·43	1855	4. Juni	3 79
1846	18. Mai	4·87	1856	3. October . . .	3·35
1847	22. Mai	3·42	1857	23. October . . .	1·37
1848	10. Juni	3·45	1858	—	
1849	12. Juni	3·48	1859	3. Juni	1·47
1850	19. Juni	3·00	1860	15. Juni	2 42
1851	3. November . .	3·79	1861	28. September . .	3·35
1852	11. August . . .	2·14	1862	5. September . .	3·90
1853	16. Juli	2 61	1863	16., 17. October .	4·33

Jahr	Tag	Pegelstand in *m*	Jahr	Tag	Pegelstand in *m*
1864	27. October . . .	2·29	1878	29. November . .	4·40
1865	4. August . . .	2·69	1879	26. Juni	4·10
1866	4. Juli	3·79	1880	16. September . .	2·80
1867	18. September . .	3·82	1881	28. Juni	2·75
1868	5. October . . .	5·93	1882	17. September . .	6·24
1869	9. Mai	2·85	1883	19. Juni	2·85
1870	22. November . .	3·22	1884	5. September . .	2·80
1871	20. Juni	4·35	1885	16. October . . .	5·75
1872	22. Mai	4·08	1886	9. November . .	2·75
1873	2. Juli	3·08	1887	3. Juni	3·25
1874	25. Juli	2·84	1888	12. September . .	5·65
1875	20. Juni	4·06	1889	12. October . . .	5·25
1876	22. April	3·95	1890	13. Juli	4·75
1877	17. Juli	3·40			

Aus diesen graphischen Zusammenstellungen und Tabellen geht hervor, dass seit dem Jahre 1880 im letzten Decennium die Hochwassermaxima im Etsch-Thale zugenommen haben.

Die Ursachen dieser Zunahme sollen an einem anderen Orte erörtert werden. Es möge hier nur angeführt werden, dass der auffällige Parallelismus der Zunahme der Regenmengen im letzten Decennium zu dem Schlusse führt, dass in der letzteren die wichtigste Ursache der Zunahme der Hochwasserstände zu suchen ist. Inwieferne auch die seither ziemlich fortgeschrittene Concentrierung der Hochwässer infolge der Etsch-Regulierung und der Regulierung der Seitenzuflüsse der Etsch zu einer Hebung der Hochwasserstände beigetragen hat, soll ebenfalls später erörtert werden.

Auf die einzelnen Monate des Jahres vertheilt, ergeben sich folgende Maxima der Hochwässer für die Zeit vom Jahre 1862 bis 1890 für den Pegel von Trient:

Jänner	1·90 *m*
Februar	0·85 *m*
März	1·58 *m*
April	3·95 *m*
Mai	4·03 *m*
Juni	4·34 *m*
Juli	5·35 *m*
August	4·05 *m*
September	6·11 *m*
October	5·94 *m*
November	
December	

Das grösste bekannte Maximum war daher in Trient im Monate September, das zweitgrösste im Monate October. Ausserdem ist ein kleineres Maximum im Juli.

In der Zeit vom Jahre 1844 bis 1890 entfiel in Trient das Jahresmaximum auf den:

Jänner	0mal
Februar	0 „
März	0 „
April	1 „
Mai	4 „
Juni	12 „
Juli	7 „
August	3 „
September	7 „
October	8 „
November	4 „
December	0 „
zusammen	46 Jahre.

Es entfielen daher in Trient von 46 Jahren 19mal das Jahresmaximum auf Juni und Juli und 15mal auf September und October.

In den Monaten Jänner, Februar, März und December hat niemals ein Maximum stattgefunden, im April nur 1mal, im Mai und November nur 4mal.

Aehnliche Resultate gibt die Beobachtung am Pegel zu Branzoll in den Jahren 1843 bis 1890. Es entfiel in diesem Zeitraum das Jahresmaximum auf den:

Jänner	0mal
Februar	0 „
März	0 „
April	0 „
Mai	5 „
Juni	14 „
Juli	8 „
August	4 „
September	10 „
October	5 „
November	2 „
December	0 „
zusammen	48 Jahre.

Es entfiel daher in Branzoll in 48 Jahren das Maximum auf die Monate Juni und Juli 22mal, auf die Monate September und October 15mal.

Im Jänner, Februar, März, April und December fand in Branzoll das Jahresmaximum niemals statt, im Mai 5mal, im November bloss 2mal. Es sind daher deutlich die Sommerhochwässer zur Zeit der Gletscherschmelze im Juni und Juli einerseits und die Herbsthochwässer im September und October zur Zeit der Herbstregen zu unterscheiden.

Hievon treten die Sommerhochwässer relativ am häufigsten auf und betragen fast 50% der Jahresmaxima überhaupt.

Was die Höhe, bezw. die Gefährlichkeit der Hochwässer anbelangt, so erreichte bei Trient die Etsch in den Jahren 1844 bis 1890 das Jahresmaximum zwischen 1 und 2 *m* 3mal, zwischen 2 und 3 *m* 12mal, zwischen 3 und 4 *m* 16mal, zwischen 4 und 5 *m* 8mal, zwischen 5 und 6 *m* 6mal, zwischen 6 und 7 *m* 1mal.

Das grösste bekannte Hochwassermaximum über 6 *m* entfällt sonach auf den Monat September, die sechs nächsten grössten Hochwässer mit Culminationen zwischen 5 und 6 *m* fallen 4 auf den October, 1 auf den September und nur 1 auf den August.

Von den sonstigen bekannten grössten Hochwässern seit dem Jahre 1512 bis zum Jahre 1844, nämlich den 7 Hochwässern der Jahre 1512, 1567, 1757, 1823, 1829, 1841 und dem historisch berühmten Unglücksjahre 589, entfallen fünf auf den October und 2 auf den September.

Es ist sonach ausser Zweifel, dass für Trient der October der gefährlichste Monat ist, indem von 14 der grössten Hochwässer 9 auf den October, 4 auf den September und nur 1 auf den August entfielen.

Wenn daher in Trient die Frühjahrshochwässer an Zahl auch häufiger sind, so stehen sie doch an Gefahr und Bedeutung den Herbsthochwässern bedeutend nach.

Die Juni- und Juli-Hochwässer erreichten in 46 Jahren in Trient den Wasserstand von 4 *m* nur 3mal, denjenigen zwischen 3 und 4 *m* 8mal, denjenigen zwischen 2 und 3 *m* 5mal in der Culmination, d. h. wenn mit diesem Wasserstande zugleich das Jahresmaximum verbunden war.

94. Capitel.

Der Verlauf der grössten Hochwässer.

Die grössten Hochwässer der neueren Zeit waren im Etsch-Gebiete die Hochwässer der Jahre 1845, 1868, 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890.

Die Pegelstände während des Anwachsens, der Culmination und der Abnahme dieser Hochwässer sind in den nebenstehenden Tabellen verzeichnet.

In Tafel 41 und 44 sind überdies die Wasserstände der Hochwasserperioden 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 für die fünf Pegelbeobachtungsstationen Sigmundskron, Pfatten, St. Michele, Trient und Calliano graphisch dargestellt, daher aus diesen Tafeln insbesondere das tägliche Anwachsen und Fallen der Hochwasserwelle deutlich unterschieden werden kann.

Betrachten wir zunächst das Hochwasser vom September und October 1882 und zwar zunächst für die Station Trient, so sehen wir, dass bis zum 11. September ein kleiner Wasserstand zwischen 0·50 und 0·60 *m* über Null herrschte, vom 11. auf den 13. begann ein langsames Ansteigen bis auf 1 *m*. Vom 13. bis zum 15. September steigt das Wasser von 1 auf 2 *m*, also durch 2 Tage um je einen $^1/_2$ *m*. Vom 15. beginnt ein jähes Ansteigen bis zum 18. September, das ist bis zur Culmination um ca. 4 *m*, somit durch 3 Tage hintereinander um je $1^1/_3$ *m* oder $5^1/_2$ *cm* per Stunde.

Das Abnehmen der Hochwassercurve erfolgt nach einer bei weitem nicht so steilen Linie, indem der Wasserstand von 1·20 *m* über Null erst am 4. October erreicht wird, daher vom Zeitpunkte der Culmination am 18. September 16 Tage nöthig waren, während das Ansteigen des Wassers in derselben Höhendifferenz in $4^1/_2$ Tagen geschah.

Diese eigenthümliche Erscheinung des jähen Ansteigens und langsamen Abfallens der Hochwässer wiederholt sich mit grosser Regelmässigkeit bei allen Hochwässern, so dass bei einiger Erfahrung aus der zum Aufsteigen erforderlichen Zeit ein Schluss auf den Zeitpunkt des Eintreffens normaler Wasserstände oft gefolgert werden kann.

Am 25. October 1882 begann ein neuerliches Ansteigen des Wassers bis zum 29. October. Dieses zweite Ansteigen ist als eine abgesonderte zweite Hochwasserkatastrophe oder als ein sehr weit herausgeschobenes zweites Maximum des Hochwassers anzusehen, welches vom ersten Maximum um 40 Tage auseinanderliegt.

Mehr weniger denselben Verlauf zeigen die Wasserstandscurven des Jahres 1882 an den Pegeln von Sigmundskron, Pfatten, St. Michele und Calliano. Einen ganz abnormen Verlauf zeigt die Pegelcurve von Sigmundskron, welche sich hoch über alle anderen erhebt. Die Ursache hievon liegt jedoch in dem ganz localen Umstande, dass durch den Einbruch des Eisack in die Etsch, die letztere bei Sigmundskron zurückgestaut und bekanntlich der sogenannte Sigmundskroner See gebildet wurde, welcher erst nach Ausbaggerung des Staurückens verschwand.

Von Sigmundskron abgesehen, war das 1882er Hochwasser am grössten in der Station Trient und Calliano, kleiner in Pfatten. das 1882er Hochwasser war daher besonders furchtbar für die I. und III. Etsch-Regulierungssection.

Das schwache Ansteigen der Wasserstandscurve von Pfatten bei der October-Katastrophe 1882 ist durch den bei Branzoll erfolgten Dammbruch erklärt. Der Zeitpunkt dieses Dammbruches ist aus der Curve genau zu erkennen.

Das Hochwasser des Jahres 1885 hatte, wie aus Tafel 42 zu entnehmen ist, ebenfalls zwei Maxima, welche etwa 18 Tage auseinanderliegen und auch als getrennte Hochwässer angesehen werden können.

Das grössere der beiden Hochwässer dieses Jahres war dasjenige vom October. Vom 15. auf den 16. October stieg dasselbe in Trient von einem Wasserstande von 0·80 auf 4·50 *m*, also um fast 4 *m*, was etwa 17 *cm* per Stunde ausmacht. Es ist dies das steilste, bekannte Ansteigen für Trient. Das Fallen um 3 *m* geschah in der Zeit vom 16. bis zum 24. October, also in 8 Tagen, somit weitaus flacher.

Das October-Hochwasser 1885 war am stärksten in Calliano, Trient und Pfatten, weniger bedeutend für Sigmundskron.

Die Hochwassercurven des Jahres 1888 zeigen einen eigenartigen Verlauf und sind ebenfalls aus der Combination zweier Hochwässer entstanden, doch ist das zweite Hochwasser im October 1888 bedeutend kleiner. — Jähes Ansteigen und langsames Abfallen ist auch hier vorhanden. Die grössten Wasserstände zeigen sich bei Calliano, sodann in Pfatten, Trient, nur unbedeutende Wasserstände hingegen in Sigmundskron, ein Beweis, dass in der Etsch ober Meran im Jahre 1888 nicht bedeutende Regenmengen niederfielen.

Das Hochwasser 1889 zeigt drei Maxima, nämlich am 12. October, am 22. October und am 30. October. Das mittlere Maximum ist kleiner als die beiden anderen. Es ist dies eine zusammenhängende Serie von drei Hochwässern, welche durch drei verschiedene Niederschlagsperioden verursacht wurden.

Das stärkste Hochwasser des Jahres 1889 war dasjenige vom 12. October. Es war am stärksten für Pfatten, sodann für Calliano und Trient und nicht bedeutend für Sigmundskron, wo es in der Culmination 3 *m* nur wenig überstieg.

Einen eigenthümlichen von den anderen Hochwässern wesentlich verschiedenen Charakter zeigt dasjenige vom Jahre 1890.

Hohe Wasserstände über 2 *m* bilden die Grundlage, auf welcher die Maxima emporsteigen. Es sind drei Maxima vorhanden und zwar am 30. Juni, am 13. Juli und am 20. Juli 1890.

Gefährlich war dieses Hochwasser für die angeführten Pegelstationen nur für Pfatten, wo es 5·70 *m* am 13. Juli erreichte.

Für die Strecke von Trient bis Calliano und für die I. Etsch-Section hatte dieses Hochwasser keine besondere Bedeutung.

Fassen wir die Ergebnisse dieser Betrachtung zusammen, so zeigt sich, dass für die I. Section der regulierten Etsch von den betrachteten Hochwässern das 1882er am gefährlichsten war; für die Section I/a das 1890er, indem dieses den höchsten aller bekannten Pegelstände in Pfatten erreichte, dasselbe gilt auch für die II. Section.

In der III. Section war das 1882er Hochwasser das weitaus grösste, während das 1890er Hochwasser hier gar keine Bedeutung hatte.

Der Verlauf der Wasserstandscurve während des ganzen Jahres ist für die Jahre 1882, 1885 und 1890 aus Tafel 44 zu entnehmen.

Zur näheren Betrachtung des interessanten Hochwassers vom 13. Juli 1890 diene noch die nachfolgende Tabelle der Pegelstände in Lana, Vilpian, Branzoll und Neumarkt, sowie die graphische Pegeltabelle für die Stationen Marling, Lana, Vilpian, Torlan, Sigmundskron, Branzoll, Gmund, Neumarkt, Florian, Salurn, Cadino, Masetto und St. Michele, schliesslich die Tabelle über die Pegelstände des Eisack im Juli 1890.

Pegelstände am Etsch-Flusse während des Hochwassers vom 13. Juli 1890.

Section	Beobachtungsort	Juli	Stunde	Pegelstände	Anmerkung
I.	Lana	13.	2 U. — M. mrgs.	**2·20**	höchster Stand
	„	13.	8 „ — „ „	1·70	
	Vilpian	13	3 „ 30 „ „	**3·20**	„ „
	„	13.	5 „ — „ „	3·00	
	Sigmundskron	12.	12 „ — „ nachts	**3·20**	„ „
	„	13.	5 „ — „ mrgs.	**3·20**	„ „
I/a.	Branzoll	12.	12 U. — M. nachts	**5·70**	höchster Stand, unmittelbar vor dem Etsch-Ausbruche
	Gmund	13.	5 „ — „ mrgs.	4·00	
	„	13.	9 „ 35 „ vorm.	4·70	Wiedereinströmung der Ausbruch-Wässer ins corrigierte Etsch-Bett
	„	13.	10 „ — „ „	4·90	
	„	13.	12 „ 45 „ mittags	**5·03**	höchster Stand
	„	13.	7 „ — „ abends	4·43	
II.	Neumarkt	13.	12 U. 25 M. nachts	4·70	Vor dem Etsch-Ausbruch in Branzoll
	„	13.	5 „ — „ mrgs.	4·40	Nach dem Etsch-Ausbruch in Branzoll
	„	13.	7 „ 30 „ „	4·88	
	„	13.	10 „ 45 „ vorm.	5·00	
	„	13.	12 „ — „ mittag	**5·10**	höchster Stand
	„	13.	12 „ 45 „ nachm.	**5·00**	„ „

Maximalwasserstände der Etsch in den Sectionen I, I/a und II.

Pegelstation	1868 Datum	1868 Maximum	1882 Datum	1882 Maximum	1885 Datum	1885 Maximum	1888 Datum	1888 Maximum	1889 Datum	1889 Maximum	1890 Datum	1890 Maximum
Marling . . .	4. und 5. October	—	16. Spt.	2·75	16. October	2·00	11. September	2·55	12. October	2·20	13. Juli	2·30
Burgstall . .		2·40		2·30		2·40		2·20		2·30		2·20
Vilpian . . .		3·05		2·95		3·20		3·20		3·20		3·20
Terlan . . .		3·35		3·05		2·90		2·75		2·80		2·40
Schoberbrücke		2·65	17. September	—		3·40		3·35		2·90		2·90
Sigmundskron		3·88		5·27		3·15		3·45		3·20		3·20
Branzoll . .		—		4·70		4·50		5·10		5·40		5·70
Gmund . . .		—		4·35		3·85		5·40		4·75		5·03
Neumarkt . .		—		5·09		4·50		5·00		4·70		5·15
Salurn . . .		—		4·25	(28/10)	3·00 (3·55)		3·90		4·40		5·40
Cadino (nach der Salurner-Graben-Mündung) . . .		—		—	16. October	—		5·00		4·50		5·20
Masetto-Brücke		—		4·92		4·15		4·60		4·10		4·60
St. Michele (Strassenbrücke)		—		3·48		3·50		3·50	12/10	2·90		4·00
									30/10	2·45		

Pegelstände am Eisack bei Bozen während des Hochwassers im Juli 1890.

1	2	3	4	5	
Juli 1890	Stunde	Pegelstand an der Strassenbrücke	Tiefe des Wasserspiegels an der Krone der Parapetmauer circa 80 *m* ober der Eisenbahnbrücke am linken Ufer	Differenz des Wasserspiegels	Anmerkung
12.	6 U. abds.	+1·25	— 1·81		Die bedeutenden Differenzen in den Ablesungen, Spalte 3 und 4, kommen daher, weil der städtische Pegel an einer sehr ungünstigen Stelle aufgestellt ist, so dass er durch die Schotterbank und den Brückenpfeiler beeinflusst wurde.
12.	10 „ nachts	1·85	1·21	+ 60 *cm*	
13.	2 „ früh	2·20	0·86	+ 35 „	
13.	5 „ „	2 04	1·02	— 16 „	
13.	7 „ „	1·92	1·14	— 12 „	
13.	8 „ vorm.	1·89	1·18	— 3 „	
13.	8 „ „	1·84	1·26	— 5 „	
13.	10 „ „	1·80	1·31	— 4 „	
13.	11 „ „	1·77	1·42	— 3 „	
13.	12 „ mittag	1·72	1·47	— 5 „	
13.	1 „ nachm.	1·68	1·59	— 4 „	
13.	2 „ „	1·63	1·69	— 5 „	
13.	3 „ „	1·60	1·78	— 3 „	
13.	4 „ „	1·58	1·82	— 2 „	
13.	5 „ „	1·54	1·87	— 4 „	
13.	6 „ „	1·50	1·92	— 4 „	
13.	8 „ abends	1·45	1·98	— 5 „	
14.	8 „ vorm.	1·27	2·39	— 18 „	
14.	12 „ mittag	1·23	2·43	— 4 „	
14.	4 „ nachm.	1·21	2·46	— 2 „	
14.	8 „ abends	1·18	2·49	— 3 „	
15.	8 „ vorm.	1·18	2·49	— 0 „	

Maximalwasserstände der Etsch in der Section III.

Pegelstation	1868 Datum	1868 Maximum	1882 Datum	1882 Maximum	1885 Datum	1885 Maximum	1888 Datum	1888 Maximum	1889 Datum	1889 Maximum	1890 Datum	1890 Maximum
St. Michele .	23. September	2·05	17. September	4·35	6. October	3·15	12. September	3·90	12. October	3·40	13. Juli	3·20
Nave		2·50		4·65		4·10		4·30		4·00		4·05
Vodi		4·00		6·25		5·40		5·20		5·40		4·25
Roncafort . .		3·65		4·30		4·35		4·90		5·15		4·25
Centa		3·60		5·40		5·10		5·20		5·55		5·05
Trient . . .		4·60		5·75		5·75		5·65		5·25		4·75
Fersina . . .		4·65		5·40		5·40		5·30		5·40		4·55
Virginia . . .		4·65		5 45		5·45		5·25		5·35		4·50
Matarello . .		4·40		6·05		5·30		5·25		5·45		4·60
Acquaviva . .		3·05		5·35		4·45		5·00		5·15		4·25
Rio secco . .		3·95		5·00		4·80		5·50		5·30		4·90
Calliano (Rossbach) . . .		3·58		5·90		4·55		4·60		4·40		4·15
Chiusole . .		—		—		4·35		4·35		4·30		4·40
Villa		—		—		4·85		5·25		4·70		5·00
Sacco		—		—		5·25		5·45		5·40		4·85

Pegelstände an der Etsch vor und während der Hochwässer.

Bau-Section	Pegelstation und Pegelnullpunkt	1868 Hochwasser-Coten	1868 *m*	1882 (16. September, 28. October) Datum	1882 *m*	1885 (28. September, 16. October) Datum	1885 *m*	1888 (11. September) Datum	1888 *m*	1889 (12. October, 29. October) Datum	1889 *m*	1890 (13. Juli) Datum	1890 *m*
I. Etschregulierungs-Section				14. Sept.	0·40	25. Sept.	0·30	1. Sept.	0·85	9. Oct.	0·35	10. Juli	0·90
				15. „	1·25	26. „	1·30	7. „	0·85	10. „		11. „	0·95
				16. „	**2·75**	27. „	1·50	9. „	1·00	8 U. fr.	0·90	12. „	1·90
				17. „	1·70	28. „	**1·90**	10. „	2·05	11 U. v.	1·00	13. „	**2·30**
	Marling			30. „		29. „	1·60	11. „	**2·55**	3 U. n.	1·20	14. „	1·20
				8 U. fr.	0·80	30. „	1·00	12. „	2·35	12. Oct.		15. „	1·10
	288·40	—	—	28. Oct.		15. Oct.		13. „	1·00	9 U. v.	**2·20**	16. „	1·10
				1 U. n.	**2·00**	früh	0·20	20. „	0·75	13. Oct.	0·90	17. „	1·05
				29· Oct.		abends	1·00			28. „	0·70	18. „	1·05
	nach der Passer-Einmündung			7 U. fr.	1·40	16. Oct.				29. „		19. „	1·40
				30. Oct.		früh	1·90			9 U. v.	1·20		
				7 U. fr.	0·90	abends	**2·00**			4 U. n.	1·50		
						17. Oct.	1·20			6 U. a.	**1·60**		
						18. „	0·58			30. Oct.	1·10		

Bau-Section	Pegelstation und Pegelnullpunkt	1868 Hochwasser-Coten	1868 m	1882 16. September 28. October Datum	1882 m	1885 28. September 16. October Datum	1885 m	1888 11. September Datum	1888 m	1889 12. October 29. October Datum	1889 m	1890 13. Juli Datum	1890 m
I. Etsch-Regulierungs-Section	Burgstall 260·90 nach der Falschauer-Einmündung	263·32	2·42	14. Sept.	0·55	25. Sept.	0·05	8. Sept.	0·10	8. Sept.	0·05	10. Juli	0·50
				15. „	1·35	26. „	1·00	9. „	0·95	9. „	1·30	11. „	0·55
				16. „	**2·30**	27. „	1·30	10. „	1·25	10. „	2·00	12. „	1·30
				30. „	0·40	28. „	**2·00**	11. „	**2·20**	11. „	**2·30**	13. „	
				28. Oct.		29. „	1·35	15. „	1·00	12. „	0·85	2 U. fr.	**2·20**
				1 U. n.	**1·60**	4. Oct.	0·10	29. „	0·35	14. „	0·40	8 U. v.	1·70
				29. Oct.		15. „				28. Oct.	0·60	14. Juli	1·00
				7 U. fr.	1·00	früh	0·00			29. „	1·75	15. „	0·90
				30. Oct.		abends	0·70			30. „	1·10	16. „	0·80
				7 U. fr.	0·55	16. Oct.				31. „	0·90	17. „	0·80
						früh	**2·40**					18. „	0·85
						mittags	1·30					19. „	1·25
						abends	2·00						
						23. Oct.	0·10						
	Vilpian 248·23	251·28	3·05	16. Sept.		25. Sept.	0·60	7. Sept.	0·95	8. Sept.	0·60	10. Juli	1·40
				7 U. fr.	1·80	26. „	1·80	8. „	1·60	9. „	2·60	11. „	1·50
				9 U. a.	**2·95**	27. „	2·10	9. „	2·10	10. „	2·80	12. „	2·50
				17. Sept.		28. „	**2·90**	10. „	2·10	11. „	**3·20**	13. „	
				3 U. n.	2·25	29. „	2·60	11. „	**3·20**	12. „	2·00	3½ U. fr.	**3·20**
				6 U. a.	2·50	30. „	1·80	12. „	3·10	17. „	1·25	5 U. fr.	3·00
				28. Oct.		4. Oct.	1·40	13. „	2·25	28. Oct.	1·35	14. Juli	2·00
				6 U. a.	**2·50**	7. „	1·15	24. „	1·30	29. „	**2·85**	15. „	1·90
				29. Oct.		15. „				30. „	2·30	16. „	1·80
				7 U. fr.	1·90	früh	1·15			31. „	2·00	17. „	1·80
				30. Oct.		mittags	1·60			3. Nov.	1·45	18. „	1·85
				7 U. fr.	1·30	abends	2·00			11. „	0·90	19. „	2·20
						16. Oct.							
						früh	**3·10**						
						mittags	3·20						
						abends	2·70						
						17. Oct.	0·90						
	Terlan 245·42	248·78	3·36	16. Sept.		25. Sept.	0·35	8. Sept.	1·10	8. Sept.	0·00	10. Juli	0·65
				½6 U. fr.	1·90	26. „	1·60	9. „	1·60	9. „	2·00	11. „	0·75
				12 U. m.	2·25	27. „	1·90	10. „	2·70	10. „	2·10	12. „	1·75
				7 U. a.	2·60	28. „	2·70	11. „	2·80	11. „	2·50	13. „	2·40
				9 U. a.	3·05	29. „	2·30	12. „	2·60	12. „	1·40	14. „	1·25
				17. Sept.		30. „	1·50	13. „	1·70	17. „	0·60	15. „	1·15
				3 U. n.	2·45	4. Oct.	0·95			28. Oct.	0·70	16. „	1·05
				6 U. a.	2·65	7. „	0·80			29. „	2·15	17. „	1·05
				18. Sept.		15. „				30. „	1·70	18. „	1·10
				½6 U. fr.	2·24	früh	0·70			31. „	1·35	19. „	1·40
				28. Oct.		mittags	1·30			3. Nov.	0·80		
				6 U. a.	2·40	abends	1·90			11. „	0·30		
				29. Oct.		16. Oct.							
				7 U. fr.	1·82	früh	2·70						
				7 U. a.	1·25	mittags	2·90						
						abends	2·40						
						17. Oct.	1·80						
						20. „	1·20						
						21. „	1·05						
	Schoberbrücke 243·07	245·72	2·65	—	—	27. Sept.	2·50	7. Sept.	0·45	9. Oct.	0·10	—	—
						28. „	**3·00**	8. „	1·20	10. „	2·45		
						29. „	2·90	9. „	1·80	11. „	2·45		
						30. „	2·10	10. „	2·90	12. „	**2·90**		
						15. Oct.		11. „	**3·35**	13. „	1·80		
						früh	0·80	12. „	2·75	14. „	0·80		
						mittags	1·40	13. „	1·75	28. „	0·55		
						abends	2·10	15. „	1·20	29. „	**2·35**		
						16. Oct.		24. „	0·75	30. „	1·95		
						früh	2·90			31. „	1·20		
						mittags	**3·10**			1. Nov.	0·90		
						abends	2·60						

Bau-Section	Pegelstation und Pegelnullpunkt	1868 Hochwasser-Coten	1868 m	1882 16. September 28. October Datum	m	1885 28. September 16. October Datum	m	1888 11. September Datum	m	1889 12. October 29. October Datum	m	1890 13. Juli Datum	m
I/a Section	Sigmundskron 239·10 bis zum 21. Sept. 1882 239·25 vom 21. Sept. 1882	242·98	3·88	14. Sept. 15. „ 16. „ 17. „ 18. „ 20. „ 21. „ 27. Oct. 28. „ 29. „ 30. „	0·55 1·05 3·02 **5·30** 5·00 4·65 3·80 2·27 **5·60** 4·35 3·85	25. Sept. 26. „ 27. „ 28. „ 14. Oct. 15. „ 16. „ 17. „	0·25 0·70 1·80 1·70 1·67 1·97 2·20 **3·10** 0·45 2·00 2·30 3·00 3·15 2·20 1·75	7. Sept. 8. „ 9. „ 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 14. „ 15. „ 16. „ 24. „	0·45 1·40 3·05 3·20 **3·45** 3·15 2·30 1·80 1·50 1·20 0·67	9. Oct. 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 16. „ 28. „ 29. „ 30. „ 31. „ 1. Nov. 5. „	0·20 2·75 1·70 3·20 1·65 0·60 0·85 **2·65** 2·25 1·50 1·20 0·95	10. Juli 11. „ 12. „ 13. „ 5 U. fr. 15. Juli 16. „ 17. „ 18. „ 19. „	0·80 0·90 0·90 **3·20** 2·10 1·60 1·55 1·40 1·60
I/a Section	Branzoll (Pfatten) 225·97 nach der Eisack-Mündung	—	—	15. Sept. 16. „ 17. „ 18. „ 19. „ 1. Oct. 10. „ 25. „ 28. „ 29. „ Nieder wegen Einbruch bei Leifers 30. Oct. 31. „	1·75 4·25 **4·70** 4·00 3·55 2·20 0·95 0·65 2·15 **2·80** 2·45 2·35	25. Sept. 26. „ 27. „ 28. „ 29. „ 30. „ 1. Oct. 2. „ 4. „ 15. „ 16. „ 17. „ 19. „ 22. „ 28. „	0·90 2·40 2·65 3·45 **4·25** 3·80 3·20 2·55 0·70 1·65 **4·50** 3·35 3·00 2·90 1·95	7. Sept. 8. „ 9. „ 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 14. „ 19. „ 24. „	0·50 2·45 4·20 4·50 **5·10** 4·95 3·90 3·00 2·00 1·60	9. Oct. 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 15. „ 27. „ 28. „ 29. „ 30. „ 31. „ 1. Nov.	1·30 2·30 3·60 **5·40** 3·35 2·30 1·95 2·50 **4·65** 4·05 3·10 2·80	10. Juli 11. „ 12. „ 13. „ 12 U. n. unmittelbar vor dem Etsch-Einbruch 14. Juli 15. „ 16. „	2·10 2·20 2·50 **5·70** 3·60 3·20 3·00
I/a Section	Gmund 218·50	—	—	14. Sept. 15. „ 16. „ 17. „ 18. „ 19. „ 20. „ 30. „ 25. Oct. 26. „ 27. „ 28. „ 29. „ 30. „ 6. Nov.	1·15 1·70 3·90 **4·35** 4·05 3·65 3·20 3·00 1·35 1·70 1·60 1·85 **2·45** 2·10 0·95	25. Sept. 26. „ 27. „ 28. „ 29. „ 30. „ 3. Oct. 15. „ 16. „ 17. „ 18. „ 19. „ 22. „	1·05 2·35 2·75 3·05 **3·25** 1·25 0·70 0·50 **3·85** 2·75 1·70 1·25 0·80	7. Sept. 8. „ 9. „ 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 14. „ 15. „ 19. „	2·45 3·25 4·90 5·15 5·35 **5·40** 4·40 3·45 3·05 2·75	9. Oct. 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 14. „ 15. „ 28. „ 29. „ 30. „ 1. Nov. 2. „	1·45 2·03 3·50 **4·75** 3·60 3·10 2·40 2·00 **4·40** 3·35 2·80 2·40	11. Juli 13. „ 5 U. fr. 9 U. v. 12 U. m. 7 U. 35 M. a. 14. Juli 15. „	2·00 4·00 4·70 **5·03** 4·43 3·60 2·90
II. Etsch-Regulierungs-Section	Neumarkt 213·66 (nach der Branzoller Graben- und Auerbach-Mündung)	—	—	17. Sept.	5·09	25. Sept. 26. „ 27. „ 28. „ 29. „ 30. „ 3. Oct. 15. „ 16. „ 17. „ 18. „ 2. Nov.	1·25 2·90 3·10 3·85 **4·30** 3·00 2·00 1·65 **4·50** 3·60 3·00 2·00	7. Sept. 8. „ 9. „ 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 14. „ 21. „	1·75 2·60 4·05 4·75 **5·00** 4·85 4·20 3·60 2·60	9. Oct. 10. „ 11. „ 12. „ 13. „ 19. „ 28. „ 29. „ 30. „ 31. „ 7. Nov.	1·00 1·95 3·70 **4·70** 4·00 2·00 2·30 4·60 4·20 3·60 2·00	12. Juli 13. „ 12 U. 35 M. n. 5 U. fr. nach Branzoll-Einbruch 7 U. 30 M. v. 10 U. 45 M. v. 12 U. m. 14. Juli	2·50 4·70 4·40 4·88 5·00 **5·15** 3·60

Bau-Section	Pegelstation und Pegelnullpunkt	1868 Hochwasser-Coten	1868 m	1882 17. September 28. October Datum	1882 m	1885 28. September 16. October Datum	1885 m	1888 11. September Datum	1888 m	1889 12. October 29. October Datum	1889 m	1890 13. Juli Datum	1890 m
II. Etsch-Regulierungs-Section	St. Florian 211·04							7. Sept.	1·25	10. Oct.	1·60	10. Juli	1·60
								8. „	3·00	11. „	3·65	11. „	1·75
								9. „	4·90	12. „	**4·45**	12. „	2·45
								10. „	**5·30**	13. „	3 75	13. „	**5·40**
								11. „	4·85	14. „	3·70	14. „	3 30
		—	—	17. Sept.	5·05	—	—	12. „	4·95	15. „	2·60	15. „	3·10
								13. „	4·65	27. „	1·75	16. „	2·90
								14. „	4·30	29. „	**3·45**	17. „	2·80
								15. „	3·75	30. „	3·40	18. „	2·75
								20. „	2·60	31. „	2·95	19. „	3·15
										1. Nov.	2·95		
										5. „	2·00		
	Salurn 207·92					Im alten Etsch-Bette		Im neuen Etsch-Bette		10. Oct.	1·20	10. Juli	1·10
										11. „	3·10	11. „	1·30
						25. Sept.	0·85	7. Sept.	0·90	12. „	4·40	12. „	1·90
						26. „	2·05	8. „	2·30	13. „	**3·60**	13. „	
						27. „	2·30	9. „	3·40	14. „	3·10	12 U. m.	**5·00**
						28. „	**3·55**	10. „	**3·90**	15. „	2·50	14. Juli	2·60
		—	—	17. Sept.	4·25	29. „	3·00	11. „	3·40	16. „	1·85	15. „	2·20
						30. „	2·25	12. „	3·50	28. „	1·60	16. „	2·00
						15. Oct.	1·25	13. „	3·20	29. „	2·40	17. „	1·95
						16. „	**3·00**	14. „	2·65	30. „	4·00	18. „	2·05
						17. „	2·90	15. „	2 50	31. „	3·40		
						18. „	2·40	19. „	2·00	1. Nov.	3·00		
						20. „	2·00	30. „	1 00	5. „	1·90		
	Cadino 205·62 (nach der Salurner Grabenmündung)							7. Sept.	1·10	10. Oct.	1·35	10. Juli	1·45
								8. „	2·90	11. „	3·35	11. „	1·55
								9. „	4·00	12. „	**4·50**	12. „	2·10
								10. „	**5·00**	13. „	3·80	13. „	**5·20**
								11. „	4·25	14. „	3·80	14. „	2·85
								12. „	3·90	15. „	2·90	15. „	2·45
								14. „	3·10	20. „	1·30	16. „	2·30
		—	—	—	—	—	—	20. „	2·00	28. „	1·80	17. „	2·25
										29. „	2·55	18. „	2·40
										30. „	**4·00**	19. „	2·60
										31. „	3·95		
										1. Nov.	3·10		
										2. „	3·00		
										3. „	2·30		
										4. „	2 00		
	Masetto-Brücke 204·13					24. Sept.	0·20	7. Sept.	0·75	10. Oct.	1·20	10. Juli	2·00
						25. „	2·25	8. „	2·40	11. „	3·30	11. „	1·95
						26. „	2·35	9. „	4·00	12. „	**4·10**	12. „	2·50
						27. „	2·45	10. „	**4·60**	13. „	3·50	13. „	**4·60**
						28. „	**4·15**	11. „	4·20	14. „	3 45	14. „	2·90
						29. „	3·60	13. „	4·00	15. „	2·40	15. „	2·30
						30. „	2·65	14. „	2·70	16. „	1·40	16. „	2·15
		—	—	17. Sept.	4·92	1. Oct.	1·60	18. „	2·20	29. „	1·20	17. „	1·90
						15. „	0·80			30. „	**3 60**	18. „	1·95
						16. „	3·80			31. „	3·50	19. „	2·20
						17. „	**4·15**			1. Nov.	3·10		
						18. „	3·20			2. „	2·60		
						19. „	2·00			3. „	2·15		
						20. „	1·70			4. „	1·80		
						24. „	1·00						
	St. Michele (Strassenbrücke) 203 91 (nach der Masetto-Bachmündung)							8. Sept.	0·83	10. Oct.	0·35	10. Juli	1·50
								9. „	1·95	11. „	2·50	11. „	1·45
								10. „	2·90	12. „	**2·90**	12. „	2·05
								11. „	3·10	13. „	2·40	13. „	**4·00**
								12. „	**3·50**	14. „	2·35	14. „	3·30
								13. „	2·90	15. „	1·30	15. „	2·80
		—	—	17. Sept.	3·48	—	—	14. „	2·30	16. „	1·05	16. „	2·60
								15. „	1·85	29. „	0·95	17. „	2·45
										30. „	**2·45**	18. „	2·50
										31. „	2·40	19. „	2·60
										1. Nov.	1·95		
										2. „	1·80		
										5. „	1·05		

Pegelstation St. Michele.

1882

Monat	Tag	Wasser
September	1.	+0·75
	2.	0·75
	3.	0·75
	4.	0·75
	5.	0·80
	6.	0·80
	7.	0·80
	8.	0·80
	9.	0 75
	10.	0·75
	11.	0·70
	12.	0 80
	13.	1·10
	14.	1·45
	15.	1.35
	16.	3·00
	17.	2·90
	18.	4·40
	19.	4·35
	20.	3·90
	21.	3·90
	22.	3·00
	23.	2·70
	24.	2·40
	25.	2·10
	26.	1·80
	27.	1·70
	28.	1·70
	29.	1·60
	30.	+1·55
October	1.	1·30
	2.	1·25
	3.	1·20
	4.	1·20
	5.	1·30
	6.	1·50
October	7.	+1·35
	8.	1·25
	9.	0·90
	10.	0·80
	11.	0·85
	12.	0·85
	13.	0·85
	14.	0·90
	15.	0 90
	16.	0·90
	17.	1·05
	18.	1·05
	19.	1·05
	20.	0·90
	21.	0·80
	22.	0·80
	23.	0·80
	24.	0·75
	25.	0·85
	26.	1·70
	27.	2·00
	28.	2·40
	29.	2·90
	30.	2·60
	31.	2·05
November	1.	+1·70
	2.	1·60
	3.	1·40
	4.	1·25
	5.	1·20
	6.	1·15
	7.	1·10
	8.	1·05
	9.	1·00
	10.	1·00

1885

Monat	Tag	Wasser
September	15.	—0·10
	16.	—0·15
	17.	—0·20
	18.	—0·20
	19.	—0·20
	20.	—0·20
	21.	—0·20
	22.	—0·20
	23.	—0·20
	24.	—0·20
	25.	—0·15
	26.	+1 30
	27.	+1·45
	28.	2·60
	29.	2·50
	30.	2·05
October	1.	1·25
	2.	0·95
	3.	0·60
	4.	0·45
	5.	0·30
	6.	0·25
	7.	0·15
	8.	0·10
	9.	0 05
	10.	0·15
	11.	0·15
	12.	0 10
	13.	0·00
	14.	0·00
	15.	0·10
	16.	2·85
	17.	3·15
	18.	2·40
	19.	1·40
	20.	1·10
October	21.	0·90
	22.	0·75
	23.	0·60
	24.	0·45
	25.	0·55
	26.	0·95
	27.	0·60
	28.	0·45
	29.	0·35
	30.	0·25
	31.	0·20

1888

Monat	Tag	Wasser
September	5.	+1·40
	6.	+1·35
	7.	1·30
	8.	1·85
	9.	2·95
	10.	3·90
	11.	4·10
	12.	4·50
	13.	3·90
	14.	3·30
	15.	2·85
	16.	2·65
	17.	2·65
	18.	2·40
	19.	2·20
	20.	2·00
	21.	1·85
	22.	1·75
	23.	1·65
	24.	1·55
	25.	1·60
	26.	1·60
	27.	1·50
	28.	1·40
	29.	1·35
	30.	1·30
October	1.	1·35
	2.	1·25
	3.	1·35
	4.	3·00
	5.	2·65
	6.	2·35
	7.	2·20
	8.	2·10
	9.	1·95
	10.	1.85
October	11.	1·75
	12.	1·65
	13.	1·55
	14.	1·40
	15.	1·30

1889

Monat	Tag	Wasser
October	1.	+0·75
	2.	+0·75
	3.	0·70
	4.	0·65
	5.	0·65
	6.	0·65
	7.	0·75
	8.	0·90
	9.	0 85
	10.	1·35
	11.	3·50
	12.	3·90
	13.	3·40
	14.	3·35
	15.	2·30
	16.	2·05
	17.	1·90
	18.	1·80
	19.	1·60
	20.	1·55
	21.	2·00
	22.	2·05
	23.	2·90
	24.	2 25
	25.	2·10
	26.	1·90
	27.	1·80
	28.	1·70
	29.	1·95
	30.	3·45
	31.	3·40
Nov.	1.	2·95
	2.	2·80
	3.	2·60
	4.	2·30
	5.	2·05
November	6.	1·90
	7.	1·70
	8.	1·65
	9.	1·60
	10.	1·55
	11.	1·45
	12.	1·40
	13.	1 30
	14.	1·20
	12.	1·15

1890

Monat	Tag	Wasser
Juli	1.	+2·55
	2.	2·95
	3.	2·10
	4.	1·85
	5.	1·55
	6.	1·90
	7.	2·05
	8.	1·08
	9.	1·55
	10.	1·50
	11.	1·45
	12.	2·05
	13.	4·00
	14.	3·30
	15.	2·80
	16.	2·60
	17.	2·45
	18.	2·50
	19.	2·60
	20.	2·60
	21.	2·20
	22.	2·90
	23.	2 60
	24.	2·35
	25.	2·30
	26.	2·05
	27.	2·00
	28.	1·95
	29.	1·75
	30.	2 00
	31.	1·85

Pegelstation Trient.

1882

Monat	Tag	Wasser
September	1.	+ 1·10
	2.	1·10
	3.	1·00
	4.	1·00
	5.	1·95
	6.	1·05
	7.	1·20
	8.	1·20
	9.	1·20
	10.	1·15
	11.	1·15
	12.	1·20
	13.	1·40
	14.	2·30
	15.	3·10
	16.	5·50
	17.	5·80
	18.	5·60
	19.	5·25
	20.	4·75
	21.	4·00
	22.	3·60
	23.	3·25
	24.	2·90
	25.	2·60
	26.	2·30
	27.	2·40
	28.	2·25
	29.	2·15
	30.	2·15
October	1.	+ 2·00
	2.	1·90
	3.	1·85
	4.	1·80
	5.	2·00
	6.	1·95
	7.	2·30
	8.	1·95
	9.	1·80
	10.	1·75
	11.	1·70
October	12.	1·65
	13.	1·75
	14.	1·80
	15·	1·75
	16.	1·70
	17.	1·50
	18.	1·60
	19.	1·55
	20.	1·45
	21.	1·40
	22.	1·30
	23.	1·25
	24.	1·25
	25.	1·20
	26.	2·65
	27.	2·05
	28.	4·80
	29.	4·50
	30.	4·00
	31.	3·20
November	1.	3·05
	2.	2·75
	3.	2·50
	4.	2·20
	5.	2·00
	6.	1·80
	7.	1·70
	8.	1·65
	9.	1·55
	10.	1·50
	11.	1·45
	12.	1·40
	13.	1·30
	14.	1·20
	15.	1·30
	16.	1·30
	17.	1·25
	18.	1·20
	19.	1·15
	20.	1·10

1885

Monat	Tag	Wasser
September	11.	+ 1·00
	12.	0·80
	13.	0·70
	14.	0·65
	15.	0·65
	16.	0·65
	17.	0·65
	18.	0·60
	19.	0·55
	20.	0·50
	21.	0·50
	22.	0·85
	23.	0·50
	24.	0·45
	25.	0·40
	26.	2·25
	27.	3·00
	28.	4·15
	29.	4·00
	30.	3·35
October	1.	+ 2·35
	2.	2·05
	3.	1·65
	4.	1·45
	5.	1·35
	6.	1·25
	7.	1·20
	8.	1·10
	9.	1·00
	10.	1·25
	11.	1·25
	12.	1·15
	13.	1·10
	14.	1·05
	15.	4·60
	16.	5·35
	17.	5·00
	18.	3·90
	19.	2·70
	20.	2·25
	21.	1·85
October	22.	1·80
	23.	1·70
	24.	1·65
	25.	1·70
	26.	1·70
	27.	1·60
	28.	1·55
	29.	1·50
	30.	1·45
	31.	1·40

1888

Monat	Tag	Wasser
September	5.	+ 1·30
	6.	1·20
	7.	1·10
	8.	1·50
	9.	3·80
	10.	4·80
	11.	5 40
	12.	5·65
	13.	5·20
	14.	5·00
	15.	3·20
	16.	2·80
	17.	2·90
	18.	2·80
	19.	2·20
	20.	2·10
	21.	2·00
	22.	1·90
	23.	1·80
	24.	1·70
	25.	1·60
	26.	1·80
	27.	1·60
	28.	1·50
	29.	1·40
	30.	1·20
October	1.	+ 1·10
	2.	1·20
	3.	2·20
	4.	3·30
	5.	3·00
	6.	2·70
	7.	2·40
	8.	2·20
	9.	2 10
	10.	2·00
	11.	1·80
	12.	1·65
	13.	1·60
	14.	1 50
	15.	1·40

1889

Monat	Tag	Wasser
October	1.	+ 0·40
	2.	0·35
	3.	0·30
	4.	0·25
	5.	0·25
	6.	0·25
	7.	0·50
	8.	0·80
	9.	0·90
	10.	2·85
	11.	4·10
	12.	5·25
	13.	4 90
	14.	3·85
	15.	3·10
	16.	2·45
	17.	2·50
	18.	1·80
	19.	1·70
	20.	1·85
	21.	2·05
	22.	2·25
	23.	3·50
	24	3·15
	25.	2·45
	26.	2·15
	27.	1·95
	28.	2·50
	29.	3·10
	30.	4·60
	31.	4·50
November	1.	+ 3·80
	2.	3·10
	3.	2·75
	4.	2·40
	5.	2·20
	6.	2·10
	7.	1·95
	8.	1·80
	9.	1·70
	10.	1·60

Pegelstation Calliano.

1882 Monat	Tag	Wasser	1882 Monat	Tag	Wasser	1885 Monat	Tag	Wasser	1885 Monat	Tag	Wasser	1888 Monat	Tag	Wasser	1889 Monat	Tag	Wasser
September	1.	+ 0·55	October	12.	1·05	September	15.	+ 0·30	October	26.	2·00	September	5.	+ 0·90	October	4.	0·00
	2.	0.50		13.	1·20		16.	0·25		27.	1·50		6.	0·85		5.	0·00
	3.	0·55		14.	1·30		17.	0·20		28.	1·30		7.	0·80		6.	+ 0·20
	4.	0·45		15.	1·30		18.	0·20		29.	1·15		8.	1·75		7.	0·30
	5.	0·45		16.	1·20		19.	0·15		30.	1·00		9.	3·20		8.	0·60
	6.	0·55		17.	1·10		20.	0·15		31.	0·90		10.	4·40		9.	0·35
	7.	0·65		18.	1·05		21.	0·10	November	1.	0·85		11.	4·65		10.	1·00
	8.	0·65		19.	1·05		22.	0·15		2.	0·80		12.	4·60		11.	3·10
	9.	0·75		20.	1·00		23.	0·10		3.	0·75		13.	4·50		12.	4·40
	10.	0·55		21.	0·90		24.	0·05		4.	0·70		14.	3·60		13.	4·25
	11.	0·55		22.	0·85		25.	0·05		5.	0·70		15.	2·50		14.	3·45
	12.	0·65		23.	0·80		26.	1·65					16.	2·40		15.	2·55
	13.	0·85		24.	0·75		27.	2·10					17.	2·45		16.	1·95
	14.	1·85		25.	0·80		28.	3·10					18.	2·05		17.	1·60
	15.	2·10		26.	2·05		29.	3·10					19.	1·90		18.	1·40
	16.	4·50		27.	1·30		30.	2·80					20.	1·70		19.	1·20
	17.	4·90		28.	3·40	October	1.	2·00					21.	1·55		20.	1·20
	18.	5·90		29.	4·00		2.	1·55					22.	1·40		21.	1·40
	19.	5·00		30.	3·60		3.	1·55					23.	1·30		22.	1·90
	20.	4·30		31.	2·95		4.	1·05					24.	1·20		23.	3·20
	21.	3·70	November	1.	2·40		5.	0·85					25.	1·25		24.	2·45
	22.	3·40		2.	1·85		6.	0·70					26.	1·40		25.	1·90
	23.	3·05		3.	1·55		7.	0·65					27.	1·15		26.	1·65
	24.	2·70		4.	1·30		8.	0·55					28.	1·00		27.	1·50
	25.	2·30		5.	1·15		9	0·50					29.	0·95		28.	1·70
	26.	2·10		6.	1·05		10.	0·65					30.	0·85		29.	3·65
	27.	2·00		7.	0·95		11.	0·60				October	1.	0·90		30.	4·00
	28.	2·00		8.	0·90		12.	0·60					2.	0·90		31.	3·95
	29.	1·80		9.	0·85		13.	0·55					3.	1·50	November	1.	3·30
	30.	1·70		10.	0·80		14.	0·50					4.	2·70		2.	2·40
October	1.	1·45		11.	0·75		15.	0·85					5.	2·50		3.	2·35
	2.	1·35		12.	0·70		16.	4·60					6.	2·10		4.	1·95
	3.	1·30		13.	0·65		17.	4·30					7.	1·95		5.	1·80
	4.	1·25		14.	0·60		18.	3·45					8.	1·80		6.	1·65
	5.	1·40		15.	0·70		19.	2·50					9.	1·65		7.	1·50
	6.	1·50		16.	0·65		20.	2·05					10.	1·55		8.	1·35
	7.	1·65		17.	0·60		21.	1·85					11.	1·40		9.	1·15
	8.	1·60		18.	0·50		22.	1·50					12.	1·30		10.	1·15
	9.	1·40		19.	0·45		23.	1·35					13.	1·20		11.	1·10
	10.	1·30		20.	0·40		24.	1·20					14.	1·20		12.	1·05
	11.	1·20					25.	1·30					15.	1·15		13.	0·95

XVI. Abschnitt.

Die Niederschlags-Beobachtungen im alpinen Etsch-Gebiete.

95. Capitel.

Geschichtliches.

Wie bereits erwähnt wurde, ist von älteren Regenbeobachtungen nur wenig vorhanden. Von den Beobachtungen, welche Professor Lunelli in den Jahren 1821 bis 1858, also in einer ununterbrochenen Reihe von 37 Jahren, in Trient ausführte, beziehen sich einige auf die Beobachtung der Regenhäufigkeit, welche wichtige Anhaltspunkte bieten. Ueber die Niederschlagshöhe sind nur allgemeine Mittelwerte vorhanden, die am geeigneten Orte später besprochen werden sollen.

Von den Beobachtungen, welche Fra Sisinio in Cles durch 40 Jahre machte, ist bis heute leider noch nicht bekannt, wo sie sich befinden, obwohl dieselben von unschätzbarem Werte sein müssen. Gewiss spielen darin auch die Regenbeobachtungen eine wichtige Rolle.

Zu Ende des vorigen Jahrhundertes soll auch Romagnosi Beobachtungen gemacht haben, welche in der damals in Trient erscheinenden Amtszeitung veröffentlicht worden sein sollen.

Schliesslich sind noch die in den Jahren 1816 bis 1832 von Josef Wessely ausgeführten Beobachtungen zu erwähnen, welche im Jahrbuche der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (1. Band) enthalten sind, leider aber keine Regenhöhen enthalten.

Mit der Zunahme der meteorologischen Beobachtungen seit der Gründung der genannten Centralanstalt im Jahre 1851 begann auch die Regenbeobachtung in ein neues Stadium zu treten.

So wurde im Stifte Marienberg im Vintschgau die Niederschlagsmenge seit dem Jahre 1857 bis zum heutigen Tage regelmässig beobachtet, im Jahre 1861 begannen die täglichen Regenmessungen in St. Martin im Passeyr, wurden aber zum grossen Schaden der Wissenschaft im Jahre 1885, also gerade zu einer Zeit, wo die Erkenntnis von der Wichtigkeit derartiger Beobachtungen ganz allgemein wurde, unterbrochen.

Es ist tief zu bedauern, dass diese langjährige und wichtige Beobachtungsreihe plötzlich abgebrochen erscheint.

Im Jahre 1860 hat bereits Karl v. Sonklar, k. k. Generalmajor, eine Regenkarte der österreichischen Monarchie construiert. Sie bildete die Beilage der von ihm verfassten „Grundzüge einer Hyetographie des österreichischen Kaiserstaates,“ welche im 4. Band der Mittheilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien veröffentlicht wurde.

Das verhältnismässig geringe Material jener Zeit hat sich seither bedeutend vermehrt, indem in den siebziger und achtziger Jahren eine grosse Zahl neuer Beobachtungsstationen eingerichtet worden sind.

Für die neue 1880 herausgegebene Regenkarte standen Sonklar bereits die Beobachtungen von 32 Stationen in Tirol und Vorarlberg zur Verfügung, wovon Innsbruck $24^1/_3$, Bludenz 22, Marienberg 20, St. Martin $17^3/_4$, Pregratten 14, Haller Salzberg 12, Meran und Riva je 10 Beobachtungsjahre aufwiesen.

Sonklar benützte zu dieser Karte folgende Beobachtungen aus Tirol und Vorarlberg:

Nr.	Beobachtungs-Station	Zahl der Beobachtungsjahre
1	Bregenz	8
2	St. Johann	2
3	Dornbirn	7
4	Haller Salzberg	12
5	Innsbruck	$24^1/_3$
6	Feldkirch	4
7	Bludenz	22
8	Stuben	3
9	Klösterle	4
10	St. Christof	3
11	St. Anton	4
12	Landeck	4
13	Tschaguns	$1^1/_2$
14	Prägratten	14
15	Taufers	4
16	Sterzing	4
17	Vent	3
18	Lienz	22
19	Platt	2
20	Plan	3
21	St. Martin	$17^3/_4$
22	Innichen	3
23	Marienberg	20
24	Meran	10
25	Sulden	15
26	Bozen	$10^1/_3$
27	St. Michele	2
28	Berghof	1
29	Trient	8
30	Lardaro	$9^1/_2$
31	Riva	10
32	Roveredo	7

Mit Hilfe dieses Materiales konnte Sonklar bereits eine Regenkarte construieren, welche eine mannigfaltige Individualisierung zeigt. Insbesondere erscheint im Etsch-Gebiete das tiefe Eindringen der niedrigen Isohyeten in die grossen Thäler bemerkenswert.

Die Vertheilung der gegenwärtig bestehenden meteorologischen Stationen, welche ausnahmslos auch Beobachtungen der Niederschlagshöhen ausführen, auf die Niederschlagsgebiete der Etsch und deren Seitenzuflüsse wurde bereits erörtert; es erübrigt nur zu bemerken, dass gegenwärtig folgende Regenbeobachtungen in Tirol und Vorarlberg zur Verfügung stehen und der wissenschaftlichen Bearbeitung harren:

Nr.	Beobachtungs-Station	Beobachtungsdauer der Niederschläge		Anzahl der Beobachtungsjahre der Niederschläge
		vom Jahre	bis zum Jahre	
1	Ala	1879	1890	11
2	St. Anton	1872	1890	18
3	Arco	1884	1890	16
4	Berghof Faëdo	1875	1890	15
5	Bizau	1885	1890	5
6	Bludenz	1856	1890	34
7	Bregenz	—	—	—
8	Brixen	—	1890	1
	Fürtrag	—	—	100
	Uebertrag	—	—	100
9	Cavalese	1878	1890	12
10	Corredo	1878	1885	7
11	Feldkirch	1885	1890	5
12	Gargellen	1889	1890	1
13	Gaschurn	1885	1890	5
14	Georg St. bei Bozen	1887	1890	3
15	Gossensass	1884	1890	6
16	Gries bei Bozen	1884	1890	6
17	Hall	1876	1890	14
18	Imst	1885	1888	3
19	Innsbruck	1876	1889	13
20	Lienz	1856	1889	33
21	Lorenzo St.	1879	1890	11
22	Malè	1882	1890	8
23	Marienberg	1868	1890	22
24	Martin St.	1868	1885	17
25	Michele St.	1875	1890	15
26	Molveno	1882	1890	8
27	Pejo	1881	1890	9
28	Pergine	1888	1890	2
29	Pinzolo	1884	1890	6
30	Ried	1886	1888	2
31	Riva	1871	1890	19
32	Rotholz	1884	1890	6
33	Roveredo	1882	1890	6
34	Schneeberg	1880	1890	10
35	Thüringen	1884	1890	6
36	Toblach	1869	1890	21
37	Trient	1882	1890	8
38	Wald	1887	1890	3
	Summe der Beobachtungsjahre	—	—	387

Es liegen daher die täglichen Niederschlagsbeobachtungen von rund 400 Jahren zur Bearbeitung vor, ein Materiale, welches, wenn es auch zur Beurtheilung grosser periodischer Schwankungen nicht genügt, immerhin sehr nennenswert ist.

96. Capitel.

Allgemeines über die örtliche Vertheilung der Niederschläge.

Der Verlauf der Isohyeten im Etsch-Thale bietet eine grosse Mannigfaltigkeit dar. Im allgemeinen regnet es in den Thälern weniger, als auf den Gebirgsplateaus und den Gebirgskämmen nebenan.

Die Richtigkeit dieses Satzes beweisen die geringen Regenmengen der Thalstationen im Verhältnisse zu den Berg- und Gipfelstationen.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem Umstande, dass die allgemeinen Luftströmungen durch das Gebirge gezwungen sind, längs derselben emporzusteigen, anderseits aber auch bei Windstille eine locale aufsteigende Luftbewegung verursacht wird, durch welche der Wasserdampf in grössere Höhen geführt und dort zu Niederschlägen condensiert wird. Je höher dieser Wasserdampf emporsteigt, in desto kältere Luftschichten gelangt derselbe, desto vollständiger geht die Condensierung vor sich und desto grösser ist der Niederschlag.

Diese Zunahme des Regens vom Thale gegen das Gebirge zu findet aber nur bis zu einer gewissen Meereshöhe statt, in welcher sie ein Maximum erreicht, um dann wieder abzunehmen.

Die Ursache hievon liegt darin, dass die grösste Niederschlagsmenge offenbar in derjenigen Höhe stattfinden muss, in welcher bei dem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgrade der Luft die emporsteigenden Wasserdämpfe ihren Thaupunkt erreichen. Darüber hinaus ist der Dampfgehalt der Luft, daher auch der Niederschlag ein geringerer.

In welcher Höhe diese Abnahme in den höchsten Gebirgen des Etsch-Gebietes beginnt und in welchem Maasse sie erfolgt,

ist bei dem Mangel entsprechender Beobachtungen noch nicht erforscht. Offenbar genügt hiezu nicht der Vergleich beliebiger, weit auseinander liegender Stationen in verschiedenen Meereshöhen, sondern erscheint es erforderlich, förmliche meteorologische Profile zu gründen. So dürfte es sich empfehlen, beispielsweise zwischen dem Mendelberg und dem Schlern ein derartiges System von nach einem meteorologischen Querprofil angelegten Stationen zu errichten, also beispielsweise an der Mendola, bei St. Michael im Eppan, Bozen, Kastelruth und Schlern, oder für das obere Etsch-Thal das Profil Suldner Ferner, Schmelz, Martell, Schlanders, Kurzras, Oetzthaler Ferner, für das untere Etsch-Thal das Profil Fondo, Mendola, Kaltern, Branzoll, Aldein u. s. w.

Die örtliche Vertheilung des Regens im Etsch-Gebiete ist eine andere im Durchschnitt des ganzen Jahres oder mehrerer Jahre und selbstverständlich auch eine andere in den einzelnen Monaten oder Tagen.

Während die Isohyeten des Jahres sich sehr innig an das Terrain anschmiegen, so dass im allgemeinen die niederen Isohyeten sich längs der Thäler hinziehen und von denselben aufwärts die höheren Isohyeten sich nach der Zunahme der Meereshöhe gruppieren, werden die Isohyeten einzelner Wolkenbrüche namentlich wenn dieselben ziemlich local auftreten, je nach der Lage des Sturmscentrums und der Bahn desselben einen specifischen ganz verschiedenartigen Charakter erlangen.

Dennoch gibt schon der Verlauf der Jahres-Isohyeten ein sehr wichtiges Bild über die Vertheilung des Regens im Niederschlagsgebiet der Etsch.

In der schon besprochenen Sonklar'schen Regenkarte, deren das Land Tirol mit Vorarlberg und Umgebung betreffender Theil in Fig. 1, Tafel 4, wiedergegeben erscheint, wurden diese Jahres-Isohyeten auf Grund nachstehender Jahressummen der Niederschläge zusammengestellt:

Nr.	Beobachtungsstation	Geographische Breite	Geograph. Länge von Paris	Seehöhe in *m*	Jährliche Regenmenge in *mm*
1	Bregenz	47° 31′	7° 24′	413	1551
2	St. Johann	47° 31′	10° 05′	662	1474
3	Dornbirn	47° 25′	7° 22′	434	1409
4	Haller Salzberg	47° 17′	9° 09′	1488	1288
5	Innsbruck	47° 16′	8° 49′	599	872
6	Feldkirch	47° 14′	7° 17′	455	1062
7	Bludenz	47° 10′	7° 29′	581	1246
8	Stuben	47° 9′	7° 49′	1405	1730
9	Klösterle	47° 8′	7° 45′	1062	1373
10	St. Christof	47° 8′	7° 52′	1798	1816
11	St. Anton	47° 8′	7° 56′	1297	962
12	Landeck	47° 8′	8° 14′	796	651
13	Tschaguns	47° 5′	7° 34′	694	1274
14	Prägratten	47° 1′	10° 02′	1296	961
15	Taufers	46° 55′	9° 37′	885	978
16	Sterzing	46° 54′	9° 05′	996	661
17	Vent	46° 52′	8° 35′	1887	763
18	Lienz	46° 50′	10° 24′	657	829
19	Platt	46° 49′	8° 50′	1141	1055
20	Plan	46° 47′	8° 46′	1628	1295
21	St. Martin	46° 47′	8° 54′	627	1060
22	Innichen	46° 44′	9° 57′	1154	764
23	Marienberg	46° 43′	8° 11′	1323	707
24	Meran	46° 40′	8° 47′	310	689
25	Sulden	46° 32′	8° 15′	1882	869
26	Bozen	46° 30′	9° 01′	262	752
27	St. Michele	46° 13′	8° 47′	244	901
28	Berghof	46° 13′	8° 52′	662	1152
29	Trient	46° 6′	8° 47′	258	984
30	Lardaro	46° 54′	8° 20′	743	1405
31	Riva	46° 54′	8° 31′	84	1150
32	Roveredo	46° 54′	8° 41′	186	972

In der Sonklar'schen Karte wurde die Regenvertheilung mittels neun Isohyeten zur Darstellung gebracht und zwar durch die Isohyete für 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500 und 2000 *mm* Regen im Jahre. Bei den höheren Isohyeten sind die hyetometrischen Abstände grösser, was seinen Grund darin hat, dass im höheren Gebirge, wo die entsprechenden grösseren Regenmengen vorherrschen, die meteorologischen Beobachtungsstationen weit seltener sind, und es daher unmöglich gewesen wäre, die fehlenden Isohyeten von 1100, 1300, 1400, 1600 u. s. w. auch nur mit dem geringsten Anspruche auf Richtigkeit zu verzeichnen.

Durch diese Isohyeten wird das von ihnen überzogene Gebiet in 10 Kategorien von Landflächen getheilt, von denen die erste alle Flächen mit weniger als 500, die zweite mit 500 bis 600, die dritte jene zwischen 600 und 700 *mm* u. s. w., die zehnte endlich alle Flächen mit 2000 *mm* jährlichen Regens und darüber umfasst. Um die hyetometrisch verschiedene Bedeutung dieser Flächen für das Auge sofort erkennbar zu machen, erscheinen sie kategorienweise mit verschiedenen Farbentönen coloriert.

Bei der Führung der Isohyeten ist Sonklar von dem Grundsatze ausgegangen, dass es in den Thälern regelmässig weniger regnet, als auf den Gebirgskämmen und Hochplateaus nebenan. Diese normal zu nennende Abnahme der Regenmenge von der Höhe zu Thal ist denn auch die Ursache jener tiefen Eingriffe niederer Isohyeten in das Innere des Gebirges, wodurch dieselben nahezu das Aussehen von Isohypsen erhalten und dem Bilde über die Vertheilung des Regens in den Alpen jenes zerstückelte und anscheinend verworrene Gepräge verleihen. Aus demselben Grunde hat aber Sonklar auch dort, wo keine Daten über die Regenmengen vorlagen, die unteren Isohyeten in die grösseren Nebenthäler aufwärts geführt, diese einspringenden Curven jedoch mehr oder minder abgestumpft, um ihren Gang nicht nutzlos zu complicieren.

Nach dem Gesetze der Analogie bot der regenvermehrende Einfluss des Gebirges, besonders dort, wo dasselbe in breiten und hohen Massen auftritt, Veranlassung, für die höheren Lagen verhältnismässig vergrösserte Regenmengen anzunehmen. Würde dies nicht geschehen sein, so würde z. B. das Oetzthaler Gebirge, dass sich durch grosse allgemeine Höhe und umfassende Vergletscherung vor den meisten Gebirgen des Welttheiles auszeichnet und das dabei der Ortler-Gruppe, mit ihrer ungeheueren, ombrometrisch ermittelten Regenhöhe so nahe zur Seite liegt, selbst in seinen höheren Theilen keine grössere Regenmenge aufweisen, als etwa jene von Plan im Pfelder Thale, das ist 1295 *mm*.[1]

Betrachtet man das Bild der Regenvertheilung, wie es sich in Sonklars Regenkarte darstellt, so fällt sofort auf, dass die Regenhöhen von 600 bis 900 *mm* nur ganz verschwindend in schmalen Streifen der Thalniederungen auftreten, so z. B. die kleinsten Regenmengen zwischen 600 und 700 *mm* in der Thalniederung zwischen Brixen und Sterzing und im Vintschgau zwischen Meran und Marienberg, während die grossen Gebiete des alpinen Etsch-Beckens zumeist Regenhöhen über 1000 *mm* aufweisen und bis 2480 *mm* hinaufreichen.

Man sieht hieraus, welch grosser Fehler es ist, aus einigen Thalstationen das Mittel zu nehmen und daraus die mittlere Regenmenge des ganzen Niederschlagsgebietes berechnen zu wollen, wie dies oft geschehen ist. Vielmehr müssen stets die Flächen zwischen den einzelnen Isohyeten berechnet, mit den zugehörigen Regenhöhen multipliciert und die so erhaltenen Producte summiert werden, um ein richtiges Resultat zu erhalten.

Die grösste Niederschlagsmenge im Jahre finden wir im Etsch-Gebiete in der Umgebung des Ortler. In dieser zeigt Santa Maria die grösste Regenziffer mit 2482 *mm*.

[1] Regenkarte von Karl v. Sonklar (Erklärung).

Betrachtet man den inneren Zusammenhang der Jahres-Isohyeten in der Sonklar'schen Karte, so bemerkt man sofort, dass es 4 Marksteine sind, welche das Gebiet ganz ungewöhnlich grosser, ja der grössten Regenmengen des Welttheiles kennzeichnen, Marksteine, welche das Etsch-Gebiet im Norden, Süden, Osten und Westen umrahmen.

Es ist dies der Arlberg im Nordwesten, der Schafberg im Salzburgischen im Nordosten, der Ortler im Südosten und das Gebirge bei Pontebba im Südwesten. In diesen vier Gebieten finden wir Regenhöhen gegen 2000 *mm* und darüber, von ihnen nach abwärts gruppieren sich die niederen Isohyeten ähnlich wie Höhencurven um die Spitzen gewaltiger Bergriesen.

Sollen daher diese Isohyeten mit sicherer Curvenführung dargestellt werden, so ist es auch unumgänglich die Erhebungen bis zu diesen vier Culminationspunkten auszudehnen und die meteorologischen Beobachtungsstationen derart zu ergänzen, dass die sichere Führung der Isohyeten ermöglicht werde, was heute noch keineswegs der Fall ist.

97. Capitel.

Die Jahressummen der Niederschläge.

Die Jahressummen einiger Stationen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt; es ergibt sich daraus ein Durchschnittswert von 1038 *mm* Regenhöhe im Jahre, wobei jedoch bemerkt wird, dass für Berechnung der Niederschlagsmengen überhaupt auch die Zunahme der Regenmengen im Hochgebirge berücksichtigt werden müsste.

In dem in Tafel 56 dargestellten Diagramme der Jahresniederschläge in der Zeit von 1876 bis 1890 sind die Schwankungen dieser Jahressummen ersichtlich. Sie bewegen sich in einem gleichförmigen Rhythmus für alle Stationen. Mehr weniger haben alle Stationen in denselben Jahren Maxima und Minima, ein Beweis, dass alle zusammen einem höheren Gesetze, allgemeineren Luftströmungen unterliegen, die sich auf das ganze Etsch-Gebiet erstrecken, ohne dass locale Ursachen eine wesentliche Aenderung hervorrufen könnten.

Jährliche Wassermenge in Millimeter.

Nr.	Station	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
1	Pergine	—	—	—	—	—	1078·4	1550·0	828·5	—	—	—	—	—	1032·4	1143·0
2	Corredo	—	—	1191·0	985·4	900·4	755·0	1234·0	758·1	691·9	875·4	—	—	—	—	923·9
3	Pejo	—	—	—	—	—	—	1369·9	772·5	683·7	1035·4	1188·4	1063·4	1422·3	1033·2	1071·0
4	Roveredo	—	—	—	—	—	—	1337·9	332·0	750·6	1315·9	1320·4	1241·1	1278·1	1072·1	1077·4
5	Cavalese	—	—	—	—	—	—	—	749·8	717·8	1000·6	870·5	781·7	1080·4	1096·8	899·5
6	Trient	—	—	—	—	—	—	—	690·8	686·7	1167·7	1251·2	1396·1	1446·3	1145·8	1111·2
7	Faedo	491·1	1146·8	1353·3	1117·4	966·6	760·6	1288·8	805·3	697 5	1071·5	1248·6	969·5	1324·2	896·0	1003·4
8	St. Michele	635·7	1125·9	1441·2	1088·4	948·3	830·5	1371·1	879·7	569·8	1103 0	1300·2	901·7	1334·1	1077·1	1079·0
	Mittelwerte	563·4	1136·1	1397·2	1102·9	957·4	795·3	1321·4	727·0	685·4	1081·3	1196·6	1058·9	1313·4	1050·1	1038·0

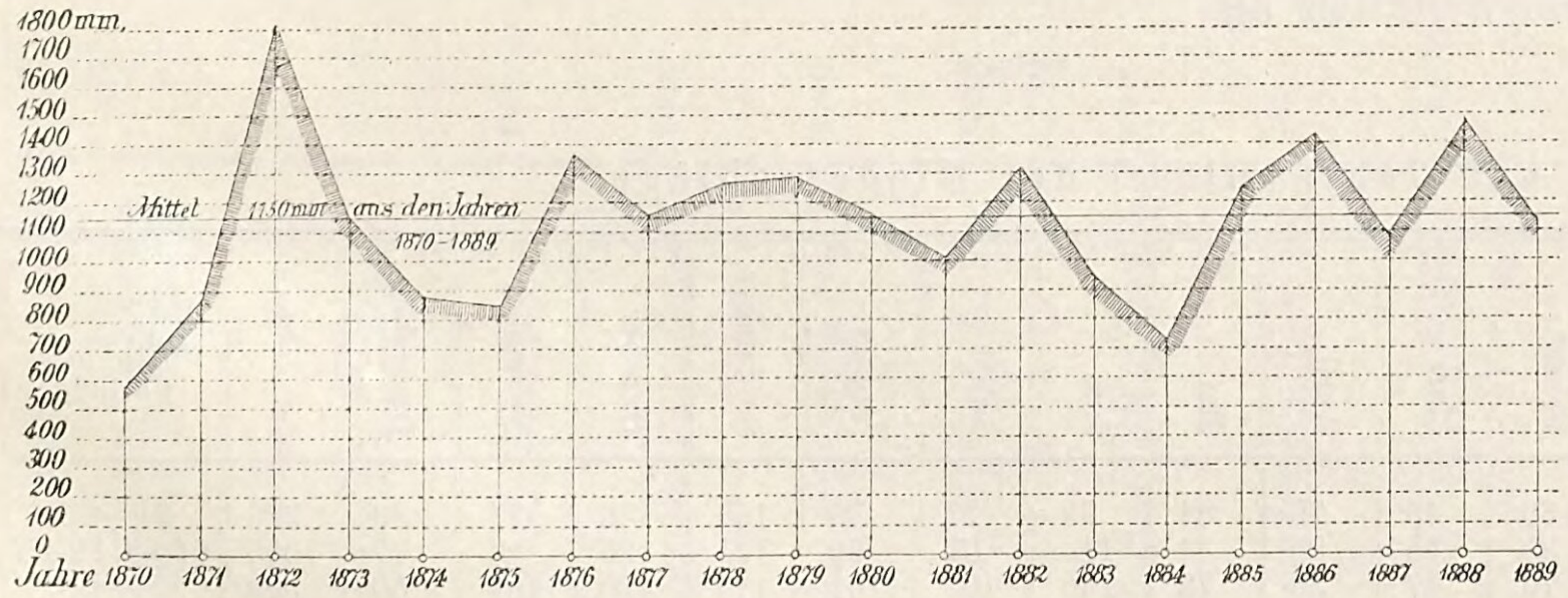
Aus einer zwanzigjährigen Beobachtungsreihe für Riva ergeben sich folgende Jahressummen der Niederschläge:

Im Jahre 1870 588 *mm*
„ „ 1871 879 *mm*
„ „ 1872 1842 *mm*
„ „ 1873 1152 *mm*
„ „ 1874 883 *mm*
„ „ 1875 853 *mm*

Fig. 62.

Graphische Darstellung der Niederschlagsmengen vom Jahre 1870—1889.

Jahressummen.



Im Jahre 1876 1376 *mm*
„ „ 1877 1166 *mm*
„ „ 1878 1280 *mm*
„ „ 1879 1298 *mm*
„ „ 1880 1173 *mm*
„ „ 1881 1019 *mm*
„ „ 1882 1343 *mm*
Im Jahre 1883 1005 *mm*
„ „ 1884 728 *mm*
„ „ 1885 1248 *mm*
„ „ 1886 1433 *mm*
„ „ 1887 1099 *mm*
„ „ 1888 1498 *mm*
„ „ 1889 1138 *mm*

Es ist daher das Mittel der 20 Jahre 1150 *mm*.

Diese Wassermengen sind in der nebenstehenden Figur 62 graphisch dargestellt.

Aus dieser Figur ist zu entnehmen, dass das regenreichste Jahr das Jahr 1872 war, sodann folgt 1888, 1886, 1876 und erst in fünfter Reihe das Jahr 1882, welches durch eine säculare Hochwasserkatastrophe bemerkenswert ist.

Es ist daher der Schluss gestattet, dass die grossen Hochwasserkatastrophen nicht durch die grössere Jahres-Niederschlagshöhe, sondern durch andere Umstände veranlasst werden, von denen später die Rede sein wird.

Es finden allerdings in den Jahren grosser Hochwasserkatastrophen zumeist auch bedeutende Maxima der jährlichen Niederschlagshöhen statt. Solche Maxima kommen aber auch in den Jahren vor, in denen Hochwasserkatastrophen nicht zu verzeichnen sind. Nicht die absolute Zunahme der jährlichen Niederschlagssumme ist es also, welche im Etsch-Gebiet die Hochwässer verursacht. Es ist dies ein Ergebnis von grösster Bedeutung.

98. Capitel.

Die Vertheilung der Niederschläge im Jahre.

Die Regenhäufigkeit.

Aus Fig. 3, Tafel 4, ist die jährliche Periode der Regenhäufigkeit nach Hann's Atlas der Meteorologie zu entnehmen. Darnach wäre für das Etsch-Gebiet das Maximum der Regenhäufigkeit im Mai und November, das Minimum im Februar und August.

Hingegen ist nach Tafel 4, Fig. 4, hinsichtlich der Zeit des jährlichen Maximums der Regenmenge der Monat October als der kritische Monat bezeichnet.

Ueber die Häufigkeit der Niederschläge, sowie die mittlere Anzahl der Tage mit Schneefall geben die nachstehenden 2 Tabellen für die wichtigsten Stationen des Etsch-Gebietes Aufschluss.[1]

[1] Busin.

Häufigkeit der Niederschläge.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Im Jahre	Beob-achtungs-Periode.
Mittlere Anzahl der Tage mit Niederschlägen.														
Ala	4·8	4·2	5·2	13·0	10·8	12·0	9·4	7·6	11·6	11·3	6·6	4·9	101·4	79—85
Roveredo	5·2	5·4	8·2	8·8	11·2	12·7	9·0	9·8	9·8	10·3	7·7	4·8	102·9	64—68; 80; 82—85
Trient (k. k. Gymnasium)	3·8	3·6	3·9	8·6	8·9	7·7	5·9	4·8	6·4	7·4	5·7	3·5	70·2	21—58
Trient	5·2	4·8	7·3	9·9	14·2	13·4	11·4	10·5	10·1	8·0	8·1	6·3	109·2	16—32
St. Michele	3·3	3·6	5·7	10·1	11·0	11·6	8·9	9·2	9·9	8·0	5·7	4·8	91·8	76—85
St. Giorgio	4·4	4·6	6·4	12·3	12·0	12·3	7·3	8·7	8·8	7·7	7·4	6·3	98·2	76—82
Bozen	3·6	4·4	6·6	10·9	11·5	13·5	10·0	8·0	8·8	7·7	7·0	4·8	96·8	72-73; 76-84
Laste	3·0	4·5	3·5	7·5	10·5	13·0	11·5	12·0	3·0	10·0	5·0	7·0	90·5	74—75
Faëdo	3·0	5·3	6·0	11·0	11·7	10·3	8·2	8·8	9·2	8·1	6·9	4·8	93·3	76—85
Corredo	5·2	5·3	5·9	12·5	12·6	14·3	11·4	11·0	11·2	10·8	7·1	5·2	112·5	78—85
Cavalese	4·5	4·0	7·3	13·5	12·3	18·0	15·5	11·8	13·3	11·5	7·2	5·3	124·2	82—85
Pejo	5·5	5·5	7·2	12·5	12·0	13·3	12·3	9·8	13·2	11·0	6·8	6·5	115·6	82—85
Mittlere Anzahl der Tage mit Schneefall.														
Ala	2·8	0·0	1·3	—	—	—	—	—	—	—	0·8	2·5	7·4	79—85
Roveredo	2·2	0·0	1·4	—	—	—	—	—	—	—	0·4	1·8	5·8	80; 82—85
Trient (k. k. Gymnasium)	2·2	1·3	0·4	—	—	—	—	—	—	—	0·4	1·2	5·5	21—58
Trient	3·5	2·0	1·1	—	—	—	—	—	—	—	0·8	2·2	9·6	16—32
St. Michele	3·0	1·1	1·4	0·1	—	—	—	—	—	0·2	1·3	3·0	10·1	76—85
St. Giorgio	3·6	1·7	0·9	—	—	—	—	—	—	—	1·3	3·4	10·9	76—82
Bozen	1·9	1·6	0·9	0·1	—	—	—	—	—	0·1	1·4	1·5	7·5	76—84
Laste	2·0	4·5	1·5	—	—	—	—	—	—	—	3·0	4·0	15·0	74—75
Faëdo	2·0	2·8	1·8	1·2	0·1	—	—	—	—	0·4	2·1	2·8	13·2	76—85
Corredo	4·6	3·9	3·0	1·8	0·4	—	0·1	—	—	1·0	3·2	4·9	22·9	78—85
Cavalese	4·0	2·0	4·5	5·5	2·0	0·2	—	0·2	1·5	3·0	2·0	4·0	28·9	82—85
Pejo	5·5	5·5	6·2	8·7	4·5	1·3	0·2	—	2·0	6·3	4·8	5·8	50·8	82—85

Nach den bereits erwähnten älteren Aufzeichnungen Lunelli's aus der Zeitperiode 1821 bis 1858 vertheilte sich die jährliche Regenmenge von 822 *mm* auf den Winter mit 170 *mm*, das Frühjahr mit 240 *mm*, den Sommer mit 222 *mm* und den Herbst mit 190 *mm*. Da jedoch weitere Detailangaben Lunelli's fehlen, ist es schwer diese Werte mit den gegenwärtigen in Vergleich zu ziehen.

Die Vertheilung auf die Monate des Jahres.

Diese Vertheilung ist für die wichtigsten Stationen des Etsch-Gebietes aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.[2]

[2] Busin.

Monats- und Jahresmittel der Niederschläge.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Im Jahre	Beob-achtungs-Periode
Ala	34	36	43	70	84	90	77	86	165	136	77	38	936	79—85
Roveredo	44	35	65	85	84	113	81	96	131	126	98	47	1005	64-68, 82-85
Trient (k. k. Gymn.)	27	70	47	56	72	133	102	101	110	120	101	50	989	64—68
Trient (bischöfl. Gymn.)	72	61	28	82	97	99	42	162	85	236	62	9	1035	83—86
St. Michele	31	43	56	99	110	78	98	79	140	109	110	56	1009	76—85
St. Giorgio	31	64	76	122	126	111	92	78	173	101	128	69	1171	76—82
Bozen	25	27	39	57	89	76	108	75	69	81	65	41	752	70—79
Laste	131	74	18	57	57	123	100	79	13	60	27	34	773	74—75
Faëdo	23	42	47	107	114	90	80	80	129	123	102	32	969	75—85
Corredo	32	43	33	98	89	88	84	79	137	112	92	37	924	78—85
Cavalese	29	23	38	68	69	132	106	83	145	116	29	23	861	82—86
Pejo	40	36	49	94	87	96	72	77	180	133	48	59	971	82—85
Marienberg	33	27	37	46	66	66	86	86	88	79	56	41	712	57—90
Riva	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Darnach erscheinen der September und October als die regenreichsten Monate. Die grössten Monatsniederschlagssummen finden zumeist im October statt.

Aus der in Tafel 57 enthaltenen graphischen Zusammenstellung der monatlichen Niederschlagssummen in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren ist jedoch zu ersehen, dass ein fortwährendes Schwanken des Maximums der Monatssummen zwischen September und October stattfindet. Ebenso schwankt das zweite kleinere Maximum im Frühjahr und Frühsommer zwischen April, Mai und Juni, ohne bei weitem so ausgeprägt zu sein, wie das entschieden und kräftig auftretende Maximum im September-October.

Die grossen Niederschläge des November kommen weniger in Betracht, da sie im Hochgebirge zumeist in fester Form als Schnee niederfallen und liegen bleiben, ohne direct in die Flussläufe zu gelangen.

Aus der nachstehenden Tabelle sind die Tages-Maxima der Niederschläge zu entnehmen. Diese sind von ausschlaggebender Bedeutung für die Hochwasserverhältnisse der Flüsse, daher ihre Kenntnis für die Beurtheilung der Ursachen der Hochwässer unbedingt erforderlich ist, während die Kenntnis der monatlichen und jährlichen Summen der Regenmengen einen nur viel allgemeineren Wert besitzt.

Tages-Maxima der Niederschläge.

Name der Station	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Im Jahre	Beobachtungs-Periode
Ala	29	34	34	33	38	25	45	50	84	55	71	38	84	79—85
Roveredo	46	35	68	40	46	34	45	56	98	65	61	50	98	64-68; 82-85
Trient (k. k. Gymn.)	50	74	39	47	47	50	49	52	32	25	35	15	74	64—67
St. Michele	59	59	51	45	44	36	54	98	99	93	89	101	101	75—85
St. Giorgio	17	83	49	55	44	36	70	110	91	47	132	50	132	76—78
Bozen	22	30	52	29	36	37	58	48	48	52	43	58	58	72-73; 76-84
Laste	65	60	7	17	23	32	35	32	15	29	10	10	65	74—75
Faëdo	40	50	60	39	44	47	49	86	91	85	79	55	91	75—85
Corredo	32	50	32	50	35	39	58	41	105	65	73	47	105	78—85
Cavalese	23	12	17	26	37	29	48	45	35	67	16	12	67	83—85
Pejo	29	34	30	36	34	34	28	41	173?	66	24	84	173?	82—85

Nach dieser Tabelle zeigt sich, wenn von den Jahren, in denen keine Hochwässer stattgefunden haben und von den Stationen mit geringer Beobachtungsdauer abgesehen wird, wieder der September und October als die Monate in denen die grössten Tages-Maxima stattfinden.

Deutlicher zeigen sich alle Verhältnisse, wenn man eine Station berücksichtigt, von welcher eine längere Beobachtungsreihe vorliegt, beispielsweise die schon erwähnte Station Riva, deren Beobachtungsdaten sich auf zwanzig Jahre erstrecken.

Für diese Station ergibt sich die Regenmenge der einzelnen Monate im Durchschnitt aus 20 Jahren:

für Jänner 52·6 *mm*
„ Februar 56·3 *mm*
für März 67·7 *mm*
„ April 114·0 *mm*
„ Mai 109·7 *mm*
„ Juni 110·8 *mm*
„ Juli 98·4 *mm*
„ August 99·4 *mm*
„ September 116·8 *mm*
„ October 134·3 *mm*
„ November 117·9 *mm*
„ December 82·4 *mm*

Das Mittel der 12 Monate beträgt 96 *mm*.

Die jährliche Vertheilung auf die einzelnen Monate ist aus der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Beobachtungs-Station Riva am Garda-See.

Monatliche und jährliche Summen des Niederschlages.

Riva	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.	Jahres-Summe
1869	—	—	—	—	—	105	22	56	70	108	18	172	—
1870	34	31	29	63	25	89	68	139	42	72	178	18	788
1871	32	15	24	38	80	186	67	160	102	3	154	18	879
1872	151	53	124	145	204	122	62	224	77	311	84	285	1842
1873	84	63	88	152	92	57	130	64	163	160	99	—	1152
1874	47	33	20	130	66	121	132	52	15	38	27	202	883
1875	12	48	9	60	63	156	95	143	11	182	42	32	853
1876	38	60	137	294	168	158	69	108	53	34	50	207	1376
1877	33	42	154	133	207	56	148	31	124	11	186	41	1166
1878	26	2	64	42	115	115	119	112	191	188	274	32	1280
1879	25	202	38	187	274	69	147	38	103	97	102	16	1298
1880	—	99	—	69	86	112	48	110	180	114	280	75	1173
1881	161	9	46	162	91	98	12	96	75	149	51	69	1019
1882	12	24	76	118	47	103	52	82	**373**	**250**	88	118	1343
1883	68	53	48	58	99	102	142	115	131	100	79	10	1005
1884	13	9	6	136	90	144	109	66	57	59	3	46	738
1885	60	111	73	132	175	43	33	135	**203**	**180**	70	33	1248
1886	152	19	51	88	92	76	113	71	90	165	193	323	1433
1887	46	23	94	81	108	44	70	46	120	129	285	44	1090
1888	—	214	220	134	33	181	193	39	**261**	95	87	41	1498
1889	59	17	53	58	80	174	160	157	66	**350**	26	38	1238
Monatssumme	1053	1127	1354	2280	2195	2206	1969	1988	2437	2687	2358	1648	23302

Ueberall tritt der September und October auf das schärfste heraus. In diesen Monaten sind auch in Riva die grössten Tages-Maxima deutlich ausgesprochen, wie aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen ist.

Riva am Garda-See.

Monatliches und jährliches Maximum des Niederschlages pro Tag.

Riva	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.	Jahr
1869	—	—	—	—	—	24	9	9	20	48	6	28	—
1870	15	16	13	45	15	33	19	31	38	45	40	8	45
1871	20	15	10	28	35	82	32	73	40	2	53	15	82
1872	40	32	54	40	33	45	17	60	34	44	19	65	65
1873	34	22	24	36	27	19	44	35	38	46	23	—	46
1874	38	16	19	62	16	32	10	20	8	16	18	63	63
1875	8	24	5	14	15	53	18	62	8	34	11	11	62
1876	16	31	39	75	57	35	22	33	12	24	29	81	81
1877	15	20	48	30	40	44	35	25	32	8	43	29	48
1878	24	1	21	21	46	25	56	37	86	61	54	9	86
1879	12	42	16	41	37	13	56	16	30	79	35	11	79
1880	—	35	—	19	18	24	23	18	88	34	74	31	74
1881	45	7	15	37	28	33	7	54	21	49	20	31	54
1882	9	12	19	36	16	34	26	26	**106**	**80**	35	45	**106**
1883	19	22	10	39	16	26	28	64	22	40	31	7	64
1884	13	3	6	35	36	25	34	21	24	28	2	25	36
1885	24	47	19	24	34	16	16	43	52	46	14	24	52
1886	41	5	20	36	31	14	42	17	28	30	39	75	75
1887	26	12	36	19	26	14	30	18	33	42	51	18	42
1888	—	72	48	44	10	29	75	16	68	42	31	16	75
1889	29	8	29	11	11	50	42	61	30	52	12	13	—
Mittel aus 20 Jahren	21·4	22·1	22·4	34·6	27·3	31·0	29·9	33·9	39 4	39·8	31·4	29·6	66·7

Nach dieser Tabelle betrugen sonach die Monatssummen der Niederschläge im September im Jahre:

1870 42 *mm*
1871 102 *mm*
1872 37 *mm*
1873 163 *mm*
1874 15 *mm*
1875 11 *mm*
1876 53 *mm*
1877 124 *mm*
1878 191 *mm*
1879 103 *mm*
1880 180 *mm*
1881 75 *mm*
1882 **373** *mm*
1883 131 *mm*
1884 57 *mm*
1885 **203** *mm*
1886 90 *mm*
1887 **120** *mm*
1888 **261** *mm*
1889 66 *mm*

Das Mittel aus 20 Jahren beträgt somit 116·8 *mm*.

Im Jahre 1882 fiel daher 3·2mal soviel Regen nieder als das zwanzigjährige der September-Niederschläge beträgt, bzw. viermal soviel, als das Monatsmittel.

Das Tages-Maximum beträgt im Mittel aus 20 Jahren 39·4 *mm*.

Im Jahre 1882 betrug aber das Tages-Maximum des Regens im September 106 *mm*, also dreimal soviel, als das zwanzigjährige Mittel beträgt.

Die Septembermonate 1888 und 1885 lieferten das 2·3fache, bzw. das 1·8fache der Niederschlagsmenge des September-Mittels aus 20 Jahren. — Diese Niederschläge im September 1882, 1885 und 1888 waren daher jedenfalls ganz ungewöhnliche, welche die im Gefolge eingetretenen Ueberschwemmungen genügend erklären.

Ganz ähnlich verhält es sich auch mit den Niederschlagsmengen des Octobers. Diese betrugen im Jahre:

1870 72 *mm*
1871 3 *mm*
1872 311 *mm*
1873 160 *mm*
1874 38 *mm*
1875 182 *mm*
1876 34 *mm*
1877 11 *mm*
1878 188 *mm*
1879 97 *mm*
1880 114 *mm*
1881 149 *mm*
1882 250 *mm*
1883 100 *mm*
1884 59 *mm*
1885 180 *mm*
1886 165 *mm*
1887 129 *mm*
1888 95 *mm*
1889 350 *mm*

Das Mittel aus 20 Jahren beträgt sonach 134·3 *mm*.

Hier ragt nun vor allem der October 1889 mit der 2·6fachen Regenmenge der October-Mittel und der 3·7fachen des Monatsmittels (aus den 12 Monaten) der letzten 20 Jahre hervor: diesem am nächsten steht der October 1872, dann der October 1882. Alle drei Monate sind im Etsch-Thal im unheilvollen Gedächtnis.

Die niederschlagsreichsten September- und October-Monate der letzten 20 Jahre nebeneinander gereiht geben folgendes Bild:

September 1882 mit 373 *mm*
October 1889 „ 350 *mm*
October 1872 „ 311 *mm*
September 1888 „ 261 *mm*
October 1882 „ 250 *mm*
September 1885 „ 203 *mm*

Dies sind die sechs regenreichsten Monate in den letzten 20 Jahren. Mit Ausnahme eines einzigen fallen aber alle in das Decennium 1880 bis 1890, daher dieses Decennium zweifellos ein ganz ungewöhnlich regenreiches gewesen ist, wodurch die in demselben vorgekommenen Ueberschwemmungen vollkommen erklärt werden.[1]

[1] Die Niederschlagsmengen der letzten 20 Jahre in Südtirol. Vortrag des Herrn Ingenieurs O. Peischer im technischen Club Bozen-Meran.

Diese Ergebnisse folgen nicht nur aus den Untersuchungen der Station Riva, sondern es stimmen damit auch die Ergebnisse aller anderen meteorologischen Stationen des Etsch-Gebietes überein.

Ein Blick auf die nachfolgende Tabelle der Niederschlags-Mengen der Stationen St. Michele und Berghof Faëdo bei Trient gibt hierüber die beste Aufklärung.

Niederschlagsmengen, ausgedrückt in Millimeter und Anzahl der Regentage während der einzelnen Monate der Jahre 1875 bis einschliesslich October 1890.

Monat	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
Beobachtungs-Station St. Michele a/E.																
Jänner	—	15·3	19·8	63·3	16·5	—	65·5	3·8	59·7	9·2	55·1	141·1	27·5	—	22·0	19·3
	3	4	2	3	5	—	5	3	6	1	6	13	5	—	3	3
Februar	—	21·9	38·6	—	146·0	91·2	—	21·9	24·3	0·8	82·5	7·6	19·5	195·2	11·5	1·7
	5	4	4	—	10	5	—	1	4	3	4	2	3	10	2	2
März	17·5	89·1	144·5	120·0	27·5	1·65	45·1	52·5	42·4	6·6	25·4	54·4	58·0	164·3	56·1	91·6
	5	7	5	6	7	3	7	9	8	3	6	4	6	15	4	7
April	56·8	135·5	97·5	52·4	206·5	56·5	113·9	103·5	54·9	91·3	89·6	63·4	64·1	127·2	53·6	79·7
	8	14	7	10	13	12	9	14	10	10	10	4	8	8	11	11
Mai	57·2	47·9	118·9	178·1	207·5	103·75	50·7	55·0	111·0	35·7	157·3	93·1	82·5	31·3	96·6	133·5
	8	8	10	16	16	15	8	7	11	9	10	9	11	7	15	12
Juni	59·4	53·7	66·3	98·0	51·3	70·65	81·7	110·9	84·9	98·8	62·6	121·6	54·8	171·0	136·5	104·1
	11	12	4	13	11	16	8	10	13	18	10	20	9	12	16	13
Juli	74·8	46·7	158·6	140·0	116·7	71·5	24·1	67·0	178·6	138·7	29·5	157·6	68·4	105·3	127·0	158·1
	9	5	8	9	14	7	6	12	14	12	5	13	8	11	10	8
August	101·4	55·9	129·9	109·1	47·45	75·5	130·8	54·2	37·0	75·0	90·6	49·9	69·4	65·8	110·0	191·4
	8	8	6	12	6	19	6	8	6	11	11	8	7	7	9	12
September	1·6	15·1	86·8	188·5	87·7	122·6	68·8	427·0	120·6	62·4	223·4	73·9	93·5	259·4	58·9	45·8
	1	4	8	10	7	9	10	14	12	9	12	3	10	13	10	4
October	84·7	7·2	14·1	185·5	67·8	79·0	125·6	265·5	86·9	29·5	225·2	127·1	65·7	110·6	371·9	12·3
	11	5	2	11	3	5	15	14	4	6	15	11	10	10	20	5
November	9·2	6·0	218·4	274·1	104·0	232·6	26·2	62·1	72·5	—	54·6	181·3	263·7	84·4	9·7	—
	3	2	7	14	5	10	2	5	5	—	7	11	16	6	4	—
December	8·2	141·4	42·9	34·9	9·3	43·4	98·1	147·6	6·9	21·8	7·6	228·8	34·2	19·6	22·3	—
	3	9	2	7	1	5	5	8	3	3	3	12	5	5	5	—
Jährliche Niederschlagsmenge und Anzahl der Regentage	—	635·7	1136·3	1440·9	1088·2	948·3	830·5	1371·1	879·7	569·8	1106·5	1299·8	901·7	1334·1	1076·1	—
	—	82	65	111	98	106	81	110	96	85	99	110	98	104	109	—
Beobachtungs-Station Maso Togn (Berghof bei Faëdo).																
Jänner	—	12·7	17·0	23·9	13·8	—	48·4	5·2	50·9	9·1	27·8	134·1	28·4	—	10·7	16·2
	—	3	3	1	5	—	4	2	7	1	4	10	3	—	3	4
Februar	—	28·4	33·7	1·4	148·8	80·0	0·5	13·5	33·0	2·5	75·7	5·8	22·6	124·6	3·9	3·6
	—	6	4	1	10	5	1	1	6	3	8	2	2	8	3	3
März	—	60·8	119·6	85·1	30·8	0·7	34·3	54·9	38·5	10·8	28·9	47·1	45·0	130·5	44·0	100·9
	—	10	10	5	6	1	4	7	9	2	9	5	5	13	4	8
April	—	138·8	110·4	58·1	197·9	56·2	138·4	111·6	54·4	124·9	76·0	81·5	76·5	127·3	59·5	92·0
	—	13	8	10	13	10	11	12	7	13	10	6	7	9	10	10
Mai	—	71·8	154·4	158·8	208·3	123·9	38·6	64·6	80·6	86·4	154·8	92·8	106·6	44·7	116·4	130·5
	—	14	12	14	15	12	8	6	10	8	11	8	10	7	15	13
Juni	74·9	79·2	77·8	129·6	44·5	87·8	82·1	133·8	94·5	119·7	68·1	119·1	55·1	222·8	146·6	100·7
	11	13	5	11	10	16	8	9	15	17	7	14	6	13	17	14
Juli	41·8	41·8	158·9	128·9	110·3	76·8	26·7	68·5	160·0	102·2	34·4	156·2	94·8	101·4	144·6	190·6
	11	6	9	9	12	6	5	12	13	11	4	7	9	10	11	8
August	33·5	57·7	121·3	108·9	36·1	90·6	105·1	63·1	25·0	126·2	109·3	62·6	59·5	73·2	129·0	182·7
	8	9	7	10	7	14	6	9	5	10	11	7	7	7	11	14
September	1·5	—	94·0	174·1	80·7	124·2	66·8	390·5	99·5	66·6	189·0	84·2	137·2	281·3	27·3	54·0
	1	4	7	8	7	7	10	19	10	6	9	4	10	10	6	4
October	92·4	—	13·1	223·6	96·2	73·5	122·1	241·1	89·7	28·5	244·4	109·7	90·4	112·7	332·9	22·7
	13	4	2	4	3	10	12	12	4	6	14	11	11	11	22	5
November	11·4	—	213·0	229·7	144·5	219·8	17·0	54·2	74·4	1·2	55·4	155·5	214·4	81·9	8·4	—
	7	3	9	15	6	8	2	4	6	1	7	8	16	6	3	
December	10·4	—	40·4	31·6	5·5	32·2	80·6	87·8	4·8	19·4	7·3	200·0	39·0	23·8	17·3	—
	4	9	2	5	1	5	6	8	2	5	2	11	6	5	3	—
Jährliche Niederschlagsmenge und Anzahl der Regentage	—	—	1153·7	1353·7	1117·4	965·7	760·6	1288·8	804·3	697·5	1071·1	1248·6	669·5	1324·2	1040·6	—
	—	—	78	103	95	94	77	101	94	83	96	93	92	99	108	—

XVII. Abschnitt.

Specielle meteorologische Beobachtungen während der Dauer der grössten Hochwässer.

99. Capitel.

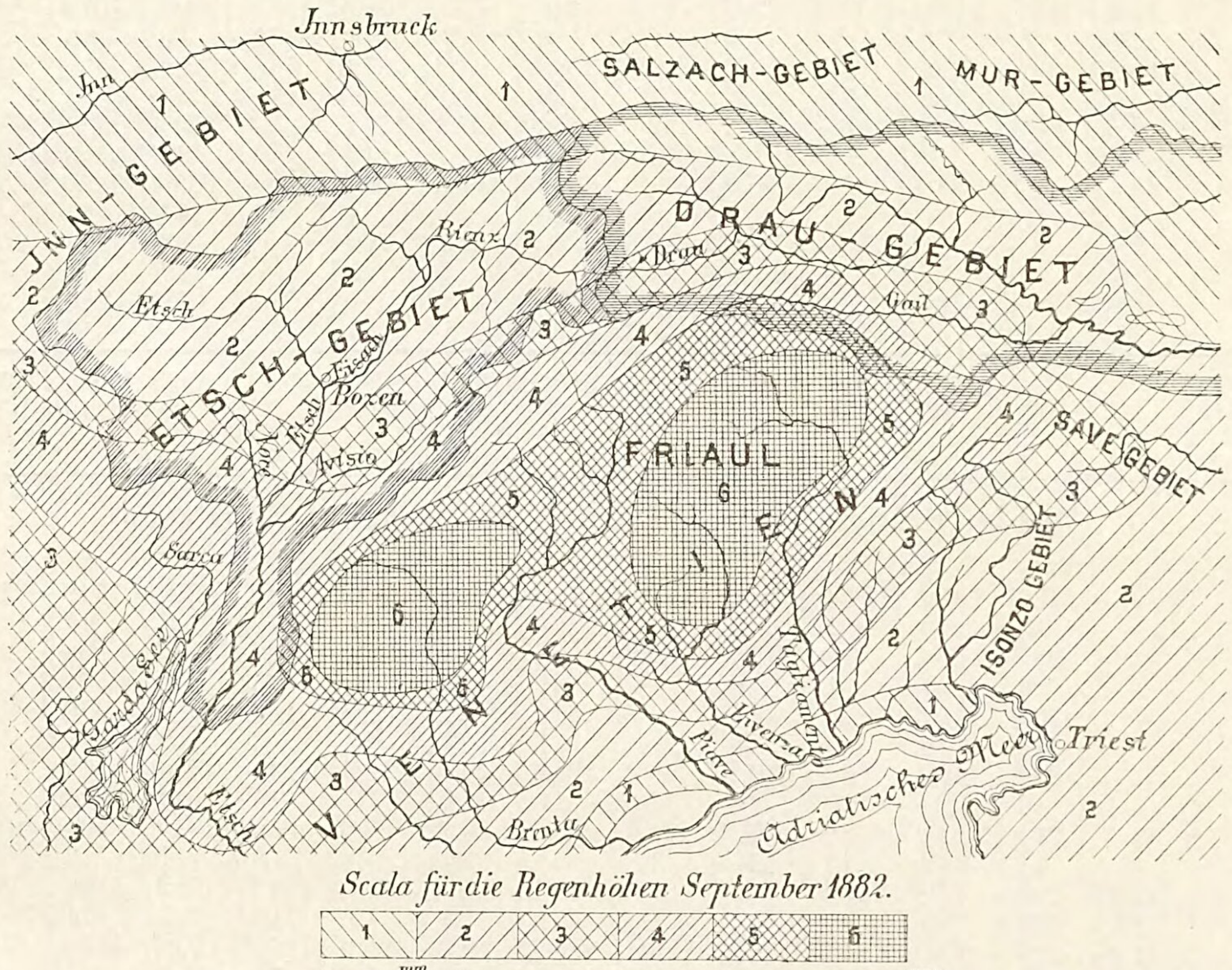
Allgemeine Uebersicht der letzten grossen Hochwässer.

In der Geschichte der Ueberschwemmungen im Etsch-Thale wurden bereits die Hochwässer der letzten Jahre erwähnt, woraus hervorgeht, dass solche verheerende Hochwässer insbesondere in den Jahren 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 stattgefunden haben.

Schon die allgemeinen Beobachtungen der Niederschläge in den September- und October-Monaten, als den für die Niederschläge entscheidenden Monaten haben zu dem Ergebnis geführt, dass die ausserordentlichen Niederschläge des letzten Decenniums es sind, welche die entsprechenden Hochwasserstände der Etsch ganz zweifellos verursacht haben.

Fig. 63.

Regenvertheilung im September 1882 (nach Riedl).



Inwieweit dies mit allgemeinen, durch kosmische Ursachen bedingten Klimaschwankungen zusammenhängt, soll an anderer Stelle erörtert werden.

Hier wird es sich darum handeln, die meteorologischen Begleiterscheinungen der grossen Ueberschwemmungen der letzten Jahre an den Tagen ihres Auftretens zu erörtern und zu untersuchen, inwieweit diese Begleiterscheinungen uns die Ursachen der Ueberschwemmungen aufzuklären geeignet sind.

Wir werden daher hauptsächlich die täglichen Niederschläge im Gegensatze zu den bisher erörterten Monats- und Jahres-Summen zu betrachten haben.

In der nachstehenden Uebersichtskarte Tafel 58 und der dazu gehörigen Tabelle sind die wichtigsten meteorologischen Stationen in ihrer Beziehung zum Flussgebiete, sowie die grössten Niederschlagsmengen der Jahre 1882, 1889 und 1890 und die daraus hervorgehenden Abflussmengen der Etsch zum Zwecke der allgemeinen Orientierung dargestellt.

Durch welche Ursachen übrigens die bedeutenden Niederschläge der einzelnen Hochwasser-Perioden bedingt worden sind, wird gelegentlich der Besprechung jedes einzelnen Hochwassers näher erörtert werden.

Es wird hiebei insbesondere auch der Luftdruck, die Lufttemperatur, die relative Feuchtigkeit, die Bewölkung, sowie auch die Windrichtung und Stärke erörtert werden müssen, um von jeder einzelnen Hochwasserkatastrophe ein in meteorologischer und hydrographischer Beziehung erschöpfendes Bild zu erhalten.

100. Capitel.

Die meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1882.

Unter diesen Begleiterscheinungen haben wir in erster Reihe einer Erscheinung zu gedenken, welche, da sie ihren Sitz in der Sonne selbst hat, auch vielfach als die bewegende Ursache der grossen periodischen Klimaschwankungen angesehen wird. — Der Zusammenhang der Periodicität der Häufigkeit der Sonnenflecken mit den Erscheinungen des Klimas wird vielfach bestritten, mindestens aber als nicht erwiesen betrachtet, da er lediglich auf der beobachteten Parallelität der Schwankungen der Sonnenflecken-Frequenz und ähnlicher Schwankungen klimatischer Elemente beruht, diese Parallelität selbst aber noch vielfach fraglich ist.

Ohne uns auf die letzten Ursachen dieser Schwankungen vorläufig einzulassen, sei an dieser Stelle lediglich constatiert, dass an der Etsch eine grosse Uebereinstimmung der Curve der Sonnenflecken-Frequenz mit den Niederschlgsmengen der hier ausschlaggebenden Monate September und October thatsächlich vorhanden ist, was an anderer Stelle in unanfechtbarer Weise erwiesen werden soll.

Es ist nach dem an anderen Orten vielfach bewiesenen Uebereinstimmen dieser Sonnenflecken-Curve mit der Temperatur, der Häufigkeit der Nordlichter, der täglichen Schwankungen der magnetischen Declinationsnadel u. s. w. nicht wohl anzunehmen, dass diese Uebereinstimmung bloss eine zufällige sei und liegt vielmehr die Vermuthung eines inneren Zusammenhanges aller dieser Erscheinungen sehr nahe, wenn auch selbstverständlich der positive Beweis hiefür nicht leicht zu erbringen sein dürfte.

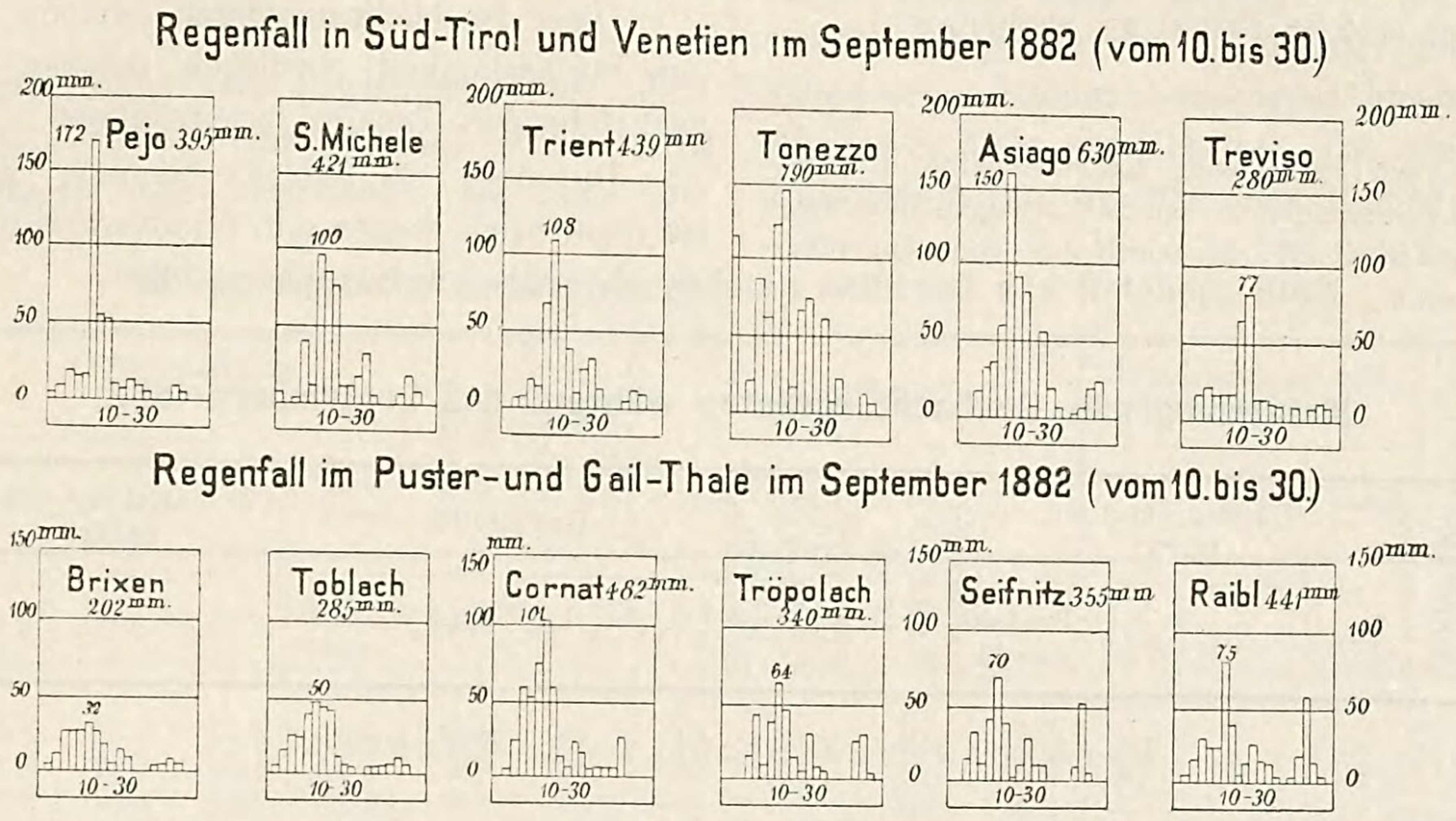
Viel näher liegend und unserer Beurtheilung leichter zu unterwerfen sind die eigentlichen meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1882, welche in

das Getriebe von Ursachen und Wirkungen einen tiefen und aufklärenden Einblick gestatten.

In erster Reihe kommen hier die ganz abnormen Witterungsverhältnisse des Jahres 1882 in Betracht. Der Winter von 1881 auf 1882, wie auch das Frühjahr und der Sommer des Jahres 1882 zeigten sich sehr heiter und trocken, so dass die Niederwasserstände eine ausserordentliche Tiefe erreichten. — Dementgegen brachte der Herbst die gewaltigsten Regenmassen, welche ein doppeltes Maximum, eines in der Mitte des Monates September und eines gegen Ende October erreichten.

Die allgemeine Witterungsdisposition ist aus Folgendem zu entnehmen. Am 12. September bestand ein barometrisches Minimum über Holland (750 *mm*), während ein Maximum (770 *mm*) Russland beherrschte. Den darauffolgenden Tag war das Depressions-Centrum bei unverrücktem Maximum gegen Mittel-Europa vorgerückt und stand am 14. September gerade über den Alpen. Diesem Luftwirbel war ein zweiter, tieferer gefolgt und so stand der erstere am 15. September über dem Golf von Genua, der letztere am Nordfuss der mittleren Kalkalpen. Am 16. und 17. bestanden diese beiden Depressionen noch fort, während das Maximum stieg; am 18. September beherrschte das nördliche Centrum Steiermark das südliche Centrum hingegen das südliche Ober-Italien; am 19. schlugen beide Centren eine nordwestliche Bewegungsrichtung ein.

Fig. 64.



Durch dieses einwöchentliche Umherwandern dieser beiden Cyclonen, welche wegen des zähen Widerstandes des russischen Maximums nach Osten nicht entweichen konnten, von Westen aber durch andere Gebiete hohen Luftdruckes nach vorwärts gedrückt worden sind, wurden dieselben durch stets neue Luftmassen der verschiedensten Temperaturen regeneriert, wodurch eine Kette von Regentagen für die Süd-Alpen hervorgerufen worden ist.

Am 15., 16. und 17. fielen die Hauptregenmassen, jedoch nicht im Inneren der Alpen, sondern in den venetianischen Vorgebirgen und den südlichen Kalkalpen.

Uebersicht der im Niederschlagsgebiet der Etsch gefallenen Regenmengen, welche das Hochwasser vom 18. September erzeugten. (In Millimetern.)

Datum	Name der meteorologischen Beobachtungs-Station												Tagesmittel der 9 ersten Stationen bis Trient
1882 September	Schneeberg 2369 *m* ü. M.	Meran 320 *m* ü. M.	Toblach 1250 *m* ü. M.	Brixen 558 *m* ü. M.	Pejo 1580 *m* ü. M.	Corredo 856 *m* ü. M.	Cavalese 990 *m* ü. M.	St. Michele 216 *m* ü. M.	Trient 195 *m* ü. M.	Roveredo 217 *m* ü. M.	Mori 194 *m* ü. M.	Ala 172 *m* ü. M.	
12.	32·10	14·40	15·50	7·60	19·50	2·60	4·00	2·30	5·70	7·15	7·15	9·50	11·30
13.	10·30	22·40	31·00	26·00	4·20	19·60	28·20	30·90	13·60	10·35	10·35	13·00	20·76
14.	13·90	9·80	6·00	5·80	13·70	2·50	3·40	9·90	9·20	1·10	1·10	4·50	8·25
15.	29·60	26·80	38·00	27·00	**171·60**	29·40	61·20	98·80	66·00	75·00	71·40	60·40	60·82
16.	53·10	44·20	50·00	31·50	54 50	104·60	48·90	83·90	108·40	98·23	80·00	84·20	**64·35**
17.	27·30	17·80	48·00	26·70	52·30	62·40	78·60	75·10	80·50	80·60	56·10	76·70	52·08
18.	33·00	13·80	42·00	16·80	9·50	41·30	6·20	7·70	36·30	15·90	51·00	34·10	22·96
19.	4·10	3·30	10·20	4·70	5·70	4·50	4·80	8·30	6·20	9·10	6·00	5·80	5·76
20.	7·90	4·10	4·80	14·00	11·10	4·20	19·80	17·60	17·60	27·60	7·40	10·10	11·21
21.	5·60	7·60	3·00	11·20	9·10	23·00	4·00	29·50	19·00	11·50	21·60	31·80	13·33
Summe vom 15. bis 18. September	143·00	102·60	178·00	102·00	287·90	237·70	194·90	265·50	**291·20**	269·73	258·40	255·40	200·21
Tages-Mittel vom 15. bis 18. September	35·75	25·65	44·50	25·50	71·98	59·43	48·73	66·38	72·80	67·43	64·60	63·85	**50·05**
	Tagesmittel in der Etsch ober Bozen 30·70		Tagesmittel im Eisack- und Rienz-Gebiete 35·00		Tagesmittel im Gebiet des Noce 65·71		Tagesmittel im Gebiete des Avisio 48·73	Tagesmittel im Etsch-Gebiete ober Trient 69·59		Tagesmittel im Etsch-Gebiete unter Trient 65·29			Tagesmittel im ganzen Gebiet **39·33** *mm*
	Tagesmittel der Etsch und der Eisack ober Bozen 33·40												

Die Vertheilung der Regenmassen im September 1882, hat Riedl, dessen ausgezeichneter Arbeit [1] diese Daten grossentheils entnommen sind, aus circa 80 ombrometrischen Stationen Tirols, Deutschlands und Italiens in der beifolgenden Skizze, Fig. 63, zusammengestellt, woraus zu ersehen ist, dass der Hauptheerd der September-Regenfälle des Jahres 1882 nicht im Etsch-Thale selbst, sondern im Niederschlagsgebiete der Brenta (Valsugana), der Piave und des Tagliamento, also in den venetianischen Alpen und in Friaul zu suchen ist.

[1] „Die Regenfälle in den verflossenen Herbstmonaten und ihre Beziehung zu den Ueberschwemmungen in den Südost-Alpenländern und den Rheingegenden" von Josef Riedl. (Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1883.)

Die Niederschlagshöhen in Südtirol, Venetien, im Puster- und Drau-Thale sind aus den Diagrammen, Fig. 64, zu entnehmen.

Die Niederschlagsdaten der Tiroler Etsch-Stationen sind aus der Tabelle auf Seite 247 zu entnehmen.

Von hohem Interesse ist das Bild aller meteorologischen Begleiterscheinungen überhaupt, welche in der wichtigen Station St. Michele bei Trient beobachtet worden sind.

Diese Beobachtungsdaten, welche auf einen hohen Grad von Verlässlichkeit Anspruch machen können, sind aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Die über St. Michele liegende Station Berghof (Faëdo) ist namentlich wegen der Windvertheilung von Interesse, daher sie ebenfalls im Nachhange folgt.

Meteorologische Beobachtungsdaten während des Septembers 1882.

Tag und Monat	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Lufttemperatur in °C.				Luftdruck in mm	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung				Windrichtung und Stärke			Niederschlag in mm	Höchster Stand der Etsch über Null (Pegel bei der St. Micheler Brücke)
			7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel			7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr		
Beobachtungs-Station St. Michele.																	
September																	
1.	19·2	14·2	14·2	18·2	17·0	16·8	9·5	70	10	5	3	6·0	—	—	—	—	—
2.	23·5	13·5	13·8	23·8	20·0	19·2	10·1	63	1	1	1	1·0	—	—	—	—	—
3.	25·5	14·5	14·8	25·6	21·4	20·6	11·3	64	—	1	—	0·3	—	SW 2	—	—	—
4.	27·4	16·5	16·6	27·4	21·4	21·8	11·7	63	5	3	—	2·7	—	SW 2	—	—	—
5.	27·5	18·4	18·4	27·4	22·8	22·8	11·8	59	7	3	3	4·3	—	—	—	—	—
6.	21·6	17·0	17·0	21·6	20·0	19·5	13·3	79	10	7	10	9·0	—	—	—	9.0	—
7.	17·4	16·4	16·4	17·4	16·4	16·7	13·3	94	10	10	10	10·0	NE	—	—	19·4	—
8.	23·5	16·5	16·8	23·6	19·0	19·8	12·7	75	7	5	—	4·0	—	SW 2	—	—	—
9.	25·0	17·3	17·2	25·0	20·8	21·0	13·4	74	8	5	1	4·7	—	SW 3	—	1·0	—
10.	25·0	17·5	17·5	25·0	21·0	21·1	13.0	72	10	5	2	5·7	—	—	—	3·2	—
11.	19·0	17·0	17·0	19·0	18·0	18·0	12·7	83	10	10	10	10·0	—	—	—	0·2	—
12.	19·5	15·5	15·4	19·6	17·2	17·4	13·2	89	7	5	10	7·3	—	—	—	2·3	—
13.	19·0	15·5	15·6	19·0	14·6	16·4	11·8	85	10	10	3	7·7	—	—	—	30·9	—
14.	15·5	11·5	11·6	15·4	21·6	12·8	8·8	80	10	8	10	9·3	—	—	—	9·9	—
15.	10·0	8·3	8·3	9·0	10·0	9·1	8·2	96	10	10	10	10·0	NE 5	NE 3	NE 4	98·8	—
16.	14·0	11·5	11·6	12·4	14·0	12·6	10·2	94	10	10	10	10·0	NE 3	NE 1	—	83·9	—
17.	12·5	13·0	13·0	12·6	12·6	12·7	10·2	94	10	10	10	10·0	NE	NE	NE 2	75·1	—
18.	14·5	12·5	12·6	14·6	14·2	13·8	10·4	89	10	10	10	10·0	NE	—	—	7·7	—
19.	14·2	12·5	12·6	14·1	12·6	13·1	10·5	95	10	10	10	10·0	—	—	—	8·3	3·46 *m*
20.	13·5	11·5	11·8	13·2	12·0	12·3	10·0	94	10	10	10	10·0	—	—	—	17·4	—
21.	16·5	11·0	11·2	16·6	13·6	13·8	9·0	78	8	5	7	6·7	—	—	—	27·0	—
22.	14·5	10·2	10·5	14·4	12·2	12·3	8·2	77	10	5	10	8·3	NE	—	—	1·4	—
Beobachtungs-Station Berghof.																	
September																	
1.	—	—	14·0	17·0	14·3	15·1	9·2	72	10	6	7	7·6	NE	SW 2	NE	—	—
2.	—	—	12·0	19·7	17·0	16·2	9·9	73	1	—	1	0·6	NE 2	S	SE	—	—
3.	—	—	14·2	21·3	18·0	17·8	11·5	76	—	—	—	0·0	NE	SW 2	NE	—	—
4.	—	—	16·0	22·5	19·0	19·1	11·6	71	7	3	1	3·6	NE	S 2	SE	—	—
5.	—	—	17·0	23·0	20·5	20·1	12·1	70	8	3	9	6·6	SE	S 2	SE 2	—	—
6.	—	—	16·1	19·0	18·0	17·7	12·2	81	10	8	9	9·0		S 1	N 3	9·5	—
7.	—	—	15·0	16·0	14·8	15·3	11·6	89	10	10	10	10·0	NE 1	—	NE 1	21·5	—
8.	—	—	14·5	20·4	17·0	17·3	11·8	80	9	7	—	5·3	N 2	SW 2	NE 2	—	—
9.	—	—	16·3	21·3	17·5	18·4	13·0	83	10	6	3	6·3	—	S 2	SE 1	—	—
10.	—	—	16·4	21·5	17·7	18·5	12·3	78	9	4	6	6·3	—	SW 2	SW 2		—
11.	—	—	15·2	16·2	15·4	15·6	11·4	86	10	10	9	9·6	SE 1	SW 2	S 2	1·5	—
12.	—	—	14·0	16·4	15·5	15·3	11·6	90	10	10	10	10·0	NE 1	S 1	S 3	2·3	—
13.	—	—	14·5	15·5	12·3	14·1	9·9	83	10	10	5	8·3	S 1	S 1	S 1	36·0	—
14.	—	—	10·5	13·0	9·9	11·1	7·7	78	10	9	10	9·6	NE 1	S 3	N 1	8·8	—
15.	—	—	7·0	9·0	8·5	8·1	7·2	90	10	10	10	10·0	—	S 1	S 2	91·5	—
16.	—	—	11·6	12·5	12·3	12·1	9·9	95	10	10	10	10·0	NE 3	S 1	N 1	61·0	—
17.	—	—	11·4	11·3	10·5	11·1	9·4	97	10	10	10	10·0	NE 2	NE 1	—	76·3	—
18.	—	—	11·0	12·5	11·5	11·7	8·9	88	10	10	10	10·0	NE 1	—	—	3·0	—
19.	—	—	11·4	12·0	11·3	11·6	9·4	93	10	10	9	9·9	—	—	SE 1	7·5	—
20.	—	—	11·0	11·6	10·0	10·8	9·1	94	10	10	10	10·0	—	S 1	—	22·8	—
21.	—	—	9·3	13·4	11·0	11·23	8·3	83	8	6	6	6·6	S 1	SW 1	SE 1	11·1	—
22.	—	—	8·3	12·7	10·4	10·4	8·1	87	10	4	6	6·6	S 1	SW 1	SE 1	10·0	—

Die halbfetten Ziffern bedeuten die Daten während der Hochwasserperiode.

Aus der Tabelle der Station St. Michele ist zu entnehmen, dass bei windstillem Wetter an 9 Tagen, das ist vom 6. bis zum 14. September, worunter 8 Regentage, 75·9 *mm* Niederschlag fiel, worauf durch drei Tage Nordostwind, am 15. sehr stark, mit dem ausserordentlichen Niederschlage von 257·8 *mm* folgte.

Das Vorherrschen der Süd- und Südwestwinde ist aus der Tabelle für die Station Berghof zu ersehen, die 662 *m*

über Meer, also bedeutend höher liegt als die Station St. Michele.

In der That entspricht das frühere Eintreffen der Südwestwinde, denen später Nordostwinde folgten, dem Gange der Cyclone südlich von St. Michele und dem Fortschreiten von West nach Ost. Durch die Configuration des Gebirges haben diese Winde offenbar auch Modificationen erleiden müssen, welche aber den Charakter im grossen und ganzen deutlich erkennen lassen.

Der Hochwasserkatastrophe vom September 1882 folgte jedoch bald zu Ende October eine zweite, wobei zwar die Regenzone geographisch enger beschränkt war, dafür aber die in der Zeiteinheit gefallenen Regenmengen alles bis dahin Bekannte überboten.

Am 27. October erschien in der Bucht von Biscaya, der beliebten Geburtsstätte gefährlicher Depressionen, ein tiefes Barometer-Minimum, welches bei lebhaften Südwinden in den Alpengegenden nur starke Temperaturzunahme zur Folge hatte.

Am 28. October hatten die Süd- und Südwestwinde der Alpen bereits starke Regengüsse gebracht, wozu noch ein starkes Schmelzen des im Gebirge gefallenen und noch nicht gebundenen frischen Neuschnees hinzutrat. Zudem herrschte an diesem Tage ein Gewitter, das sich von der Südseite der Julischen Alpen bis über den Kamm der Hohen Tauern hin-

Meteorologische Beobachtungsdaten während des Octobers 1882.

Tag und Monat	Lufttemperatur in °C.				Luftdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung				Windrichtung und Stärke			Niederschlag in *mm*	
	7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel			7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr		
Beobachtungs-Station St. Michele.															
3. October	15·4	19·0	16·5	16·9	11·8	82	10	10	10	10·0	—	—	—	—	—
4. „	11·2	10·6	19·4	10·4	7·9	84	10	10	10	10·0	NE	NE 3	NE 2	12·2	—
5. „	9·6	12·4	12·6	11·5	8·1	75	8	7	10	8·3	—	—	—	10·2	—
6. „	10·4	14·0	12·6	12·3	8·5	81	9	10	10	9·7	—	—	—	2·0	—
7. „	12·0	16·5	13·8	14·1	10·0	85	10	5	10	8·3	NE	NE 3	—	18·0	—
8. „	12·8	14·5	13·4	13·5	10·7	92	10	10	10	10·0	—	NE 3	—	6·3	—
9. „	12·3	18·8	14·6	15·2	9·9	78	5	3	5	4·3	NE 2	—	—	—	—
10. „	14·0	19·8	15·4	16·4	10·6	87	7	3	5	5·0	—	—	—	—	—
11. „	14·6	20·2	16·8	17·2	11·6	80	10	7	3	6·7	—	SW	—	—	—
12. „	15·5	16·4	14·8	15·5	12·0	91	10	10	10	10·0	—	—	—	7·1	—
13. „	14·4	16·6	15·2	15·4	10·8	83	10	10	1	7·0	—	SW 3	—	13·2	—
14. „	10·6	17·4	14·0	14·0	9·1	77	1	5	10	5·3	—	—	—	13·8	—
15. „	12·2	13·0	11·0	12·0	9·0	87	10	10	5	8·3	—	—	—	—	—
16. „	8·2	14·6	14·2	12·3	7·4	69	3	10	5	6·0	—	—	SW 4	—	—
17. „	10·7	12·8	12·0	11·8	8·8	87	10	10	10	10·0	—	—	NE	13·2	—
18. „	9·1	13·4	10·6	11·0	7·1	74	10	5	5	6·7	NE	NE 4	—	13·8	—
19. „	7·4	15·6	10·4	11·1	6·6	70	—	—	—	0·0	NE	NE 3	—	—	—
20. „	6·8	14·8	10·0	10·5	6·7	72	—	1	—	0·3	—	NE	—	—	—
21. „	6·8	12·6	11·8	10·4	7·2	78	6	10	10	8·7	—	—	—	—	—
22. „	10·2	13·6	10·6	11·4	7·7	77	10	10	10	10·0	—	—	—	—	—
23. „	9·8	12·6	10·2	10·8	8·2	84	10	7	10	9·0	—	—	—	—	—
24. „	5·2	13·3	12·8	10·4	6·7	72	—	—	4	1·3	—	NE 3	NE	—	—
25. „	8·7	**10·2**	**9·2**	**9·3**	**8·1**	**92**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	—	**NE 2**	} **80·2**	—
26. „	9·2	**14·0**	**13·0**	**12·3**	**7·3**	**70**	**7**	**4**	**2**	**4·3**	—	**NE 4**	**NE 3**		—
27. „	7·2	**9·0**	**7·9**	**8·0**	**6·4**	**80**	**2**	**10**	**10**	**7·3**	**N 2**	**NE 2**	**NE 2**	} **79·8**	—
28. „	8·2	**9·1**	**11·9**	**9·7**	**7·8**	**88**	**10**	**10**	**4**	**8·0**	—	—	**NE 2**		—
29. „	9·2	15·2	11·2	11·8	7·1	71	10	4	—	4·7	—	NE	—	—	Geschwindigkeit des Wassers: 3 *m* in einer Secunde
30. „	12·6	16·4	15·2	14·7	3·8	32	7	5	2	4·7	NE 3	N 4	NE 5	—	
Beobachtungs-Station Berghof.															
3. October	14·0	15·8	14·0	14·6	11·0	89	10	10	10	10·0	—	S 1	NE 1	—	—
4. „	9·2	7·0	7·0	7·7	6·4	87	10	10	10	10·0	N 3	N 4	N 2	33·8	—
5. „	7·5	10·6	10·0	9·3	7·9	90	10	9	10	9·7	NE 1	SW 1	—	4·7	—
6. „	10·0	11·2	11·0	10·7	8·1	84	9	10	10	9·7	NE 1	—	NE 1	1·5	—
7. „	10·4	14·0	12·4	12·3	10·0	94	10	7	10	9·0	—	SW 1	SE 1	15·2	—
8. „	11·5	12·3	12·0	11·9	9·6	94	10	10	10	10·0	N 1	S 1	—	3·2	—
9. „	11·0	16·0	12·6	13·2	10·0	87	7	3	1	3·7	NE 3	S 1	SE 1	—	—
10. „	12·3	17·0	14·0	14·4	10·6	87	9	2	5	5·3	NE 2	S 2	SE 1	—	—
11. „	13·0	17·0	14·5	14·8	10·9	88	9	8	7	8·0	N 2	SW 1	SE 1	—	—
12. „	14·0	14·5	12·8	13·7	10·5	90	10	10	10	10·0	S 1	S 2	—	11·2	—
13. „	12·0	14·4	12·7	13·0	9·6	87	10	10	3	7·6	—	S 1	S 1	4·1	—
14. „	9·3	14·5	12·3	12·0	8·2	79	4	7	10	7·0	NE 1	S 1	SE 1	} 12·3	—
15. „	9·2	11·0	10·0	10·0	7·5	82	10	10	9	9·7	NE 2	SW 1	NE 2		—
16. „	7·4	12·3	10·3	10·0	7·4	80	7	9	9	8·3	NE 1	SW 1	S 1	—	—
17. „	10·0	11·4	10·5	10·6	8·1	85	10	10	10	10·0	—	—	S 2	} 19·5	—
18. „	7·5	9·3	8·0	8·2	6·4	79	10	6	2	6·0	SE 2	N 4	N 3		—
19. „	6·3	12·2	9·3	9·2	5·2	63	—	—	1	0·3	N 2	N 3	NE 1	—	—
20. „	6·5	12·3	9·2	9·3	6·7	77		1	4	1·7	N 2	SW 1	NE 1	—	—
21. „	7·2	11·0	9·0	9·0	7·2	83	7	9	10	8·7	N 1	S 1	S 1	—	—
22. „	8·6	10·4	9·0	9·3	7·6	87	10	10	10	10·0	—	S 2	—	—	—
23. „	8·5	10·0	8·0	8·8	7·6	90	10	10	2	7·3	—	S 1	SE 1	—	—
24. „	5·0	11·5	9·0	8·5	6·7	81	—	2	7	3·0	NE 1	S 2	SE 2	—	—
25. „	**8·0**	**8·3**	**8·0**	**8·1**	**7·7**	**96**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 1**	**S 1**	—	**33·0**	—
26. „	**10·2**	**13·0**	**9·8**	**11·0**	**7·3**	**75**	**9**	**6**	**3**	**6·0**	**S 2**	**S 2**	**SE 1**	**30·5**	—
27. „	**6·0**	**8·4**	**7·3**	**7·2**	**6·4**	**85**	**8**	**10**	**10**	**9·3**	**NE 1**	**N 1**	**S 1**	} **72·1**	—
28. „	**8·5**	**12·0**	**8·6**	**9·7**	**8·0**	**90**	**10**	**10**	**3**	**8·3**	—	**SW 4**	**SE 2**		—
29. „	7·4	11·5	8·4	9·1	7·5	87	10	5	3	6·0	—	SW 1	N 2	—	—
30. „	9·2	12·5	11·0	10·9	4·4	45	10	10	7	9·0	N 3	N 3	N 4	—	—

Die halbfetten Ziffern bedeuten die Daten während der Hochwasserperiode.

Uebersicht der im Etsch-Gebiete während der Hochwasserkatastrophe vom October 1882 gefallenen Regenmengen in Millimetern.

1882 October	Schneeberg	Marienberg	Toblach	Brixen	Pejo	Corredo	Cavalese	St. Michele	Trient	Roveredo	Tagesmittel der Stationen bis Trient
24.	7·7	—	—	6·7	—	—	—	—	—	—	—
25.	13·8	12·8	28·0	37·2	54·5	58·0	28·2	} 80·2	45·6	37·8	35·4
26.	20·1	35·4	—	—	2·8	0·5	—		42·4	15·1	15·7
27.	9·4	—	44·0	38·2	63·7	65·4	39·7	} 79·8	11·8	2·1	34·7
28.	—	45·6	37·0	27·7	29·0	25·4	26·9		45·1	43·2	30·7
29.	4·3	20·6	—	—	—	—	—	—	0·2	0·8	—
30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summen vom 25., 26., 27. u. 28. Oct.	43·3	93·8	109·0	103·1	150·0	149·3	94·8	160·0	144·9	98·2	—
Mittel der Tage 25.—28. October	10·8	25·9	27·2	25·6	37·5	37·3	23·4	40·0	36·2	24·3	29·0
	Tagesmittel der Etsch ober Bozen 18·3		Tagesmittel der Rienz und Eisack 26·4		Tagesmittel des Noce 37·4		Tagesmittel des Avisio 23·4	Tagesmittel der Etsch ober Trient 38·1		Tagesmittel der Etsch unter Trient 24·3	
	Tagesmittel der Etsch und der Eisack ober Bozen 22·3										
	Tagesmittel im ganzen Gebiet 29·0 *mm*										

über nach Norden in die Salzburgischen Thäler erstreckte und auf diesem Wege von ganz ausserordentlichen Wolkenentladungen begleitet war. In Raibl erreichte die Regenhöhe an dem genannten Tage 240 *mm*, vom 25. bis zum 28. fielen zusammen 515 *mm* und die Monatssumme beträgt 770 *mm*.

In unseren Alpen wurden solche Wolkenbrüche noch nicht notiert, wohl aber in der Schweiz. Am 27. September 1868 wurden nämlich am Bernhardin 213 *mm*, am 28. sogar 254 *mm* gemessen; die Regenperiode dauerte damals vier Tage und fielen jeden Tag mehr als 100 *mm*.[1]

In der Beobachtungsstation St. Michele war die Luftströmung während der mit dem October-Hochwasser in Verbindung stehenden Regentage (25. bis 28. October) in den unteren Schichten eine nordöstliche, während in den oberen Schichten, wie aus der Tabelle der Station Berghof zu entnehmen ist, südliche Winde vorherrschten.

Die übrigen meteorologischen Begleiterscheinungen der Stationen Michele und Berghof während des October-Hochwassers 1882 sind aus den zwei Tabellen auf Seite 249 zu entnehmen.

Um die Bedeutung der October-Niederschläge des Jahres 1882 besser übersehen zu können, wurden in der untstehenden Tabelle die Tagesniederschlags-Summen der kritischen Periode in der Weise zusammengestellt, dass aus dem Niederschlagsgebiet der oberen Etsch zwischen Bozen und Meran 2, aus demjenigen der Rienz und der Eisack 2, aus dem Noce-Gebiet 2, aus dem Avisio-Gebiet 1, aus dem Gebiet der Etsch zwischen Bozen und Trient 2 und schliesslich aus dem Etsch-Gebiet unterhalb Trient eine Station in Vergleich gezogen wurden.

Man ersieht aus dieser Uebersichtstabelle, dass es wieder vier Tage der grössten Regengüsse waren, welche die Culmination des Hochwassers hervorriefen, und zwar der 25., 26., 27. und 28. October, wobei nicht unbemerkt gelassen werden kann, dass der Boden durch die langen vorher schon währenden, wenn auch kleineren Regengüsse mit Wasser ziemlich vollgesogen war, daher auch schon früher verhältnismässig hohe Wasserstände herrschten.

[1] Riedl.

An diesen vier Tagen betrug das Mittel der täglichen Niederschlagssummen aller Stationen bis Trient, 35·4, 15·7, 34·7 und 30·7 *mm*, das Tagesmittel der vier Tage im ganzen Etsch-Gebiete 29·0 *mm* gegenüber 39·3 *mm* im September 1882.

Die Regengüsse im October 1882 waren daher in Tirol weitaus geringer als diejenigen im September dieses Jahres.

101. Capitel.

Die meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1885.

Schon Ende September dieses Jahres fielen in den Tagen vom 24. bis 28. starke Regenmassen allerwärts nieder, so dass die Etsch am 28. September bei St. Michele 2·5 *m* über Null erreichte und die Gefahr eines grösseren Hochwassers vorhanden war. Diese nicht allzustarken Regengüsse liessen aber nach.

Vom 6. bis 12. October begannen wieder kleinere Regengüsse, welche aber die Etsch nicht anschwellen machten und offenbar nur zur Sättigung des Bodens dienten.

Da fielen aber in den Tagen vom 13. bis 16. October gewaltige Regengüsse nieder, welche am 15. bei Schneeberg 115, bei St. Michele 93, bei Trient 81 *mm* per 24 Stunden brachten, so dass an diesem Tage das bisher bekannte grösste Tagesmittel im Etsch-Gebiete ober Trient vom 16. September 1882 (64·35 *mm*) nahezu erreicht war, indem das Tagesmittel 57·3 *mm* betrug.

Allerdings war dies nur an einem Tage der Fall, während die Tagesmittel der vier kritischen Tage im Jahre 1882 (15., 16., 17. und 18. September) weit grössere Werte erreichten, als die kritischen Tage des Jahres 1885 (13., 14., 15. und 16. October).

Das Tagesmittel des Niederschlages im ganzen Etsch-Gebiete betrug an diesen Tagen 23·2 *mm* gegenüber 39·3 *mm* des Jahres 1882.

Zur Uebersicht der in den einzelnen Flussgebieten gefallenen Niederschlagsmassen dient die Tabelle auf Seite 251,

welche den Vergleich der Verhältnisse mit denjenigen der anderen Hochwässer leicht möglich macht.

Die übrigen meteorologischen Begleiterscheinungen sind aus den die Stationen St. Michele und Berghof betreffenden Tabellen zu ersehen.

Aus denselben ist insbesondere zu entnehmen, dass in St. Michele an den kritischen Tagen die Luftströmung wieder eine nordöstliche, in der Station Berghof hingegen wieder eine südliche und südwestliche war und dortselbst eine bedeutende Steigerung der Lufttemperatur im Tagesmittel um 4·3° C. zur Folge hatte. Es stieg nämlich die Temperatur vom 14. auf den 15. October von 6·4° C. auf 10·7° C. Dadurch kamen bedeutende Mengen Neuschnee zum Schmelzen, welcher im Hochgebirge schon Ende September gefallen war.

Uebersicht der im Etsch-Gebiete während der Hochwasserkatastrophe vom October 1885 gefallenen Regenmengen in Millimetern.

1885 October	Schneeberg	Marienberg	Toblach	Brixen	Pejo	Malè	Cavalese	St. Michele	Trient	Roveredo	Tagesmittel der Stationen bis Trient
8.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·3	
9.	12·2	—	1·6	10·5	9·8	—	—	19·5	17·0	13·1	—
10.	3·3	14·66	2·0	8·0	2·9	6·5	9·4	7·3	8·2	13·0	—
11.	0·4	1·8	8·8	0·4	0·4	5·0	12·8	7·4	11·6	6·0	—
12.	3·4	—	5·0	1·7	2·6	—	10·8	—	5·2	6·2	—
13.	4·1	—	6 5	2·2	4·5	20·0	7 7	7·7	4·4	—	6·3
14.	37·8	3·3	24·0	6·5	26·2	—	4·0	2·1	10·8	37·4	12·7
15.	115·3	—	55·0	57·0	66·4	30·0	18·0	93·0	81·2	23·2	57·3
16.	1·6	68·3	9·0	4·6	0·5	48·0	67·3	6·2	4·4	1·3	23·3
17.	—	—	—	—	—	6·0	4·0	—	—	0·7	—
Summen der Tage 13., 14., 15. und 16.	158·8	71·6	94·5	70·3	97·6	98·0	97·0	109·0	100·8	61·9	—
Mittel der Tage 13., 14., 15. und 16.	39·7	17·9	23·6	17·5	24·4	24·5	24·2	27·2	25·2	15·4	24·9
	Tagesmittel der Etsch ober Bozen 28·8		Tagesmittel der Rienz und Eisack 20·5		Tagesmittel des Noce 24·5		Tagesmittel des Avisio 24·2	Tagesmittel der Etsch ober Trient 26·2		Tagesmittel der Etsch unter Trient 15·4	

Tagesmittel im Ganzen 23·2 *mm*

Meteorologische Beobachtungsdaten während des Hochwassers im October 1885.

Tag und Monat	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Lufttemperatur in °C. 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tages-mittel	Luftdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tages-mittel	Windrichtung und Stärke 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Niederschlag in *mm*	Höchster Wasserstand
Beobachtungs-Station St. Michele.																	
October																	
1.	18·5	8·6	9·4	15·9	15·3	13·5	8·3	72	7	9	1	5·7	NE 1	—	NE 5	5·6	—
2.	19·1	10·0	12·4	18·1	12·2	14·2	5·5	48	2	2	—	1·3	NE 5	NE 4	SW 1	—	—
3.	17·0	5·9	6·0	15·3	12·0	11·1	6·7	70	1	3	2	2·0	—	SW 1	—	—	—
4.	18·7	8·1	8·3	16·7	15·0	13·3	8·2	72	3	1	8	4·0	—	—	—	—	—
5.	20·6	12·1	12·3	99·3	16·1	15·9	9·5	52	9	3	3	5·0	—	SW 1	SW 1	—	—
6.	19·7	11·9	13·0	18·3	16·2	15·8	9·9	73	7	4	7	6·0	NE 1	SW 1	—	—	—
7.	20·1	12·2	12·7	19·4	16·6	12·2	9·5	71	9	6	9	8·0	—	SW 1	SW 1	—	—
8.	20·8	13·2	14·7	20·3	15·2	16·7	6·6	48	8	2	10	6·7	NE 3	NE 1	NE 1	—	—
9.	**15·7**	**12·6**	**13·3**	**13·2**	**12·6**	**13·0**	**9·6**	**84**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	**NE 1**	—	**19 5**	—
10.	**15·8**	**8·5**	**9·2**	**14·8**	**12·4**	**12·1**	**6·5**	**62**	**1**	**9**	**10**	**6·7**	**NE 2**	**SW 1**	**SW 1**	**7·3**	—
11.	**16·0**	**7·8**	**8·3**	**15·0**	**9·7**	**10·0**	**7·2**	**76**	**6**	**5**	**10**	**7·0**	**NE 1**	**SW 1**	—	**7·4**	—
12.	**15·6**	**7·5**	**9·4**	**14·9**	**11·9**	**12·0**	**5·4**	**53**	**6**	**8**	**8**	**7·3**	**NE 1**	**NE 3**	**NE 1**	—	—
13.	**13·3**	**7·2**	**8·1**	**12·5**	**7·8**	**9·4**	**7·1**	**81**	**10**	**9**	**1**	**6·7**	**SW 1**	**NE 1**	**NE 1**	**7·7**	—
14.	**13·3**	**5·2**	**5·9**	**12·8**	**9·3**	**9·3**	**7·1**	**81**	**9**	**8**	**10**	**9·0**	—	—	**NE 1**	**2·1**	—
15.	**16·5**	**8·0**	**8·6**	**9·4**	**9·5**	**9·5**	**8·6**	**93**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**NE 1**	**NE 1**	**NE 1**	**93·0**	—
16.	**16·5**	**11·6**	**12·7**	**15·6**	**13·6**	**13 6**	**10·5**	**91**	**7**	**4**	**8**	**6·3**	**NE 1**	—	**NE 1**	**6 2**	3·25 *m*
Nachtrag für die letzten September-Tage 1885.																	
September																	
24.	26·0	15·8	16·2	23·2	18·9	19·4	12·6	76	8	8	8	8·0	—	—	—	3·0	—
25.	20·4	15·8	16·9	16·2	19·4	17·5	11·9	81	9	10	9	9·3	—	—	NE 2	23·0	—
26.	20·4	12·7	13·2	17·0	15·9	15·3	12·0	92	10	10	10	10·0	NE 2	—	—	27·5	—
27.	20·8	15·0	15·7	18·6	16·9	17·0	13·0	90	10	10	10	10·0	—	—	SW	46·6	—
28.	20·2	15·7	16·5	18·5	15·8	16·9	10·6	80	10	10	10	10·0	NE	SE 3	SE 6	13·9	—
29.	18·7	7·1	18·7	16·2	13·4	16·1	6·5	41	1	8	—	3·0	NE	NE 3	NE 4	—	—
30.	16·7	7·8	8·5	15·6	12·7	12·2	6·1	58	5	4	4	4·3	NE	—	NE 1	—	2·5 *m*

Tag und Monat	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Lufttemperatur in °C. 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	Luftdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	Windrichtung und Stärke 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Niederschlag in *mm*	Höchster Wasserstand
Beobachtungs-Station Berghof.																	
October																	
1.	—	—	7·8	13·2	11·4	10·8	7·5	71	9	7	10	8·7	NE 1	W 1	—	10·0	—
2.	—	—	6·8	14·0	9·8	10·1	5·1	58	6	2	0	2·7	NE 4	NE 3	SE 2	—	—
3.	—	—	4·4	12·4	10·4	9·0	5·6	71	1	6	1	2·7	NE 1	SW 2	E 2	—	—
4.	—	—	7·2	14·4	11·4	11·0	7·4	78	6	4	8	6·0	SE 1	SW 1	SE 1	—	—
5.	—	—	10·2	16·2	13·0	13·1	8·5	75	10	6	9	8·3	—	SW 2	W 3	—	—
6.	—	—	10·4	15·5	13 0	12·9	9·1	82	8	8	5	7·0	SE 1	SW 1	SE 1	—	—
7.	—	—	11·4	15·6	12·4	13·1	8·7	77	10	4	9	7·7	W 1	SW 3	SE 1	—	—
8.	—	—	9·2	15·4	11·0	11·8	6·2	63	9	1	9	6·3	NE 3	NE 3	S 3	—	—
9.	—	—	**10·0**	**10·4**	**9·8**	**10·0**	**7·6**	**83**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 2**	**SW 3**	**NW 1**	**28·2**	—
10.	—	—	**4·8**	**11·8**	**9 0**	**8·5**	**5·6**	**69**	—	**9**	**10**	**6·3**	**NE 3**	**SW 3**	**SW 3**	**8·6**	—
11.	—	—	**5·0**	**11·8**	**6 2**	**7·6**	**6·5**	**83**	**7**	**4**	**10**	**7·0**	**NE 2**	**SW 1**	**NE 3**	**8·3**	—
12.	—	—	**6·2**	**11·0**	**8·4**	**8·5**	**5·1**	**67**	**9**	**6**	**10**	**8·3**	—	**NE 4**	**NE 4**	—	—
13.	—	—	**5·0**	**8·6**	**4·4**	**6·0**	**6·2**	**89**	**10**	**9**	**7**	**8·7**	**S 1**	**SW 2**	**SE 1**	**9·8**	—
14.	—	—	**3·3**	**10·0**	**6·0**	**6·4**	**5·8**	**82**	**7**	**9**	**10**	**8·7**	**E 1**	—	**NE 2**	**14·2**	—
15.	—	—	**5·8**	**12·4**	**12·0**	**10·7**	**7·2**	**79**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**SW 1**	**SW 1**	—	**82·8**	—
16.	—	—	**11·4**	**14·2**	**11·4**	**12·3**	**9·3**	**87**	**8**	**3**	**10**	**7·0**	**NE 2**	**SW 1**	—	**4·5**	—
Nachtrag für die letzten September-Tage 1885.																	
September																	
24.	—	—	15·0	20·2	17·6	17·6	10·9	73	8	8	3	6·3	—	SW 2	W 3	—	—
25.	—	—	14·0	14·0	16·2	14·7	10 2	83	10	10	10	10·0	W	NW 2	SW 5	16 5	—
26.	—	—	13·2	14·8	13·8	13·9	10·8	92	10	10	10	10·0	—	SW 2	SE 2	31·7	—
27.	—	—	13·4	17·4	15·0	15·3	10·7	84	10	10	10	10·0	E 2	SW 4	SE 1	53·2	—
28.	—	—	12·0	15·4	12·8	**14·1**	9·6	81	10	10	10	10·0	NE	SW 4	SW 4	9·3	—
29.	—	—	5·5	12·0	7·6	**8·3**	5·4	63	4	8	1	4·3	NE 3	NE 3	NE 2	—	—
30.	—	—	5·4	13·4	11·4	10·0	5·4	64	4	5	8	5·7	NE 2	SW 2	SE 1	—	—

Die halbfetten Ziffern bedeuten die Daten während der Hochwasserperiode.

102. Capitel.

Die meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1888.

Die Culmination dieses Hochwassers war am 12. September. Am 7. September fielen in einigen Stationen ziemlich starke Regen.

Die eigentlichen kritischen Tage, welche das Hochwasser verursachten, waren aber wieder die vier hintereinander folgenden Tage vom 8. bis einschliesslich den 11. September.

An diesen Tagen betrug das Tagesmittel der Niederschläge aller Stationen bis Trient 28·4, 47·3, 35·5, 20·9 *mm*, somit im Durchschnitt für das ganze Etsch-Gebiet 34·6 *mm* gegen 39·3 des Jahres 1882.

Gleichwohl zeigt ein Vergleich mit den Verhältnissen des Jahres 1882, dass damals die Regengüsse weit intensiver waren.

Das grösste Tagesmaximum betrug 106·5 *mm* bei St. Michele am 9. September, was wohl von dem am 16. September 1882 in Trient beobachteten Tagesmaximum von 108·4 *mm* nicht weit absteht. Hingegen betrug im Jahre 1882 das grösste Tagesmaximum im Noce-Gebiet (Pejo) am 15. September die enorme Höhe von 171·6 *mm*, während daselbst am 8. September 1888 bloss ein Maximum von 42·3 *mm* erreicht worden ist.

Die Vertheilung der Regenmengen über das ganze Niederschlagsgebiet der Etsch ist aus der untenstehenden Tabelle zu entnehmen.

Diese viertägigen Regengüsse verursachten ein rasches Ansteigen der Etsch. Mehrere kleinere Regengüsse vom 15. bis 18. September und 24. bis 27. September trugen dazu bei, dass der Wasserstand nur langsam sank: Plötzliche Regen-

Uebersicht der im Etsch-Gebiete während der Hochwasserkatastrophe im September 1888 gefallenen Regenmengen in Millimetern.

1888 September	Schneeberg	Marienberg	Toblach	Brixen	Pejo	Malè	Cavalese	St. Michele	Trient	Roveredo	Tagesmittel der Stationen bis Trient
7.	19·9	—	14·0	26·5	23·3	—	—	—	36·5	—	—
8.	8·8	12·5	44·0	37·5	42·3	47·1	12·9	17·5	33·0	14·0	28·4
9.	22·2	40·5	12·0	24·6	30·2	60·0	50·3	106·5	79·6	82·0	47·3
10.	38·5	53·8	18·0	20·4	27·8	68·5	34·1	28·1	30·9	34·0	35·5
11.	22·1	17·5	8·5	20·5	22·0	31·5	27·5	29·1	8·2	44·0	20·9
12.	—	32·5	11·0	0·7	—	29·0	5·8	—	—	—	—
13.	—	0·8	—	—	—	—	1·5	—	—	—	—
Summen der Tage 8., 9., 10. und 11.	91·6	124·3	82·5	104·0	122·3	207·1	124·8	181·2	151·7	174·0	—
Mittel der Tage 8., 9., 10. und 11.	22·9	31·1	20·6	26·0	30·6	51·8	31·2	45·3	37·9	43·5	33·0
	Tagesmittel der Etsch ober Bozen 27·0		Tagesmittel der Rienz u. der Eisack 23·3		Tagesmittel des Noce 41·2		Tagesmittel des Avisio 31·2	Tagesmittel d. Etsch zwischen Bozen und Trient 41·6		Tagesmittel der Etsch unter Trient 43·5	

Tagesmittel im ganzen Etsch-Gebiet 34·6 *mm*.

güsse in den ersten Octobertagen verursachten ein zweites Hochwasser am 4. October 1888, welches aber keine grössere Bedeutung hatte.

Die anderen meteorologischen Begleiterscheinungen dieses Hochwassers sind aus den nachstehenden Tabellen der Beobachtungsstationen St. Michele und Berghof zu entnehmen:

Meteorologische Beobachtungsdaten während der letzten Tage des August und der ersten Septemberhälfte 1888.

Tag und Monat	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Lufttemperatur in °C.				Luftdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung				Windrichtung und Stärke			Niederschlag in *mm*	Höchster Wasserstand der Etsch (Pegel der St. Micheler Etsch-Brücke)
			7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel			7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr		
Beobachtungs-Station St. Michele.																	
August																	
25.	27·4	15·2	16·1	24·8	22·0	20·9	10·6	60	2	3	5	3	—	SW	—	—	—
26.	26·8	18·1	19·4	24·9	21·9	22·1	12·6	65	10	6	7	8	—	SW 2	—	—	—
27.	26·0	18·7	19·4	25·1	20·2	21·6	13·1	69	6	10	8	8	—	S	NE	—	—
28.	28·2	16·9	17·5	26·1	22·8	22·1	12·9	66	1	2	2	2	NE	SW 2	—	—	—
29.	29·0	17·2	17·3	26·6	23·1	22·3	12·0	61	—	2	2	1	—	SW 1	SW 1	—	—
30.	28·5	17·2	17·9	24·4	21·2	21·2	12·7	68	4	6	2	4	S 1	SW 2	SW 1	—	—
31.	26·4	17·4	17·6	24·8	21·2	21·2	12·7	69	10	6	9	8	SE 1	—	S 3	11·2	—
September																	
1.	21·9	12·7	14·3	14·3	12·8	13·8	10·8	84	10	10	10	10·0	N 2	NE 2	NE 1	} 48·1	—
2.	14·5	11·7	12·0	12·8	11·8	12·2	8·8	84	8	10	1	6·3	N 2	NE 2	N 2		—
3.	22·7	9·5	10·3	21·0	17·0	16·1	9·1	68	—	—	—	0·0	—	—	—	2·4	—
4.	21·6	11·9	12·8	20·0	16·2	16·4	10·2	74	9	10	1	6·7	—	—	—	—	—
5.	24·8	12·5	13·8	22·8	18·7	18·4	11·6	74	—	4	—	1·3	—	—	—	—	—
6.	26·4	14·0	14·9	24·4	20·5	19·9	12·6	74	—	4	—	1·3	—	SW 1	—	—	—
7.	25·9	16·1	16·7	25·3	21·2	21·1	13·4	74	9	5	2	5·3	N 1	SW 1	—	—	—
8.	**26·0**	**16·0**	**17·2**	**20·8**	**16·4**	**18·1**	**10·5**	**67**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	**N 3**	**N 3**	**17·5**	—
9.	**15·6**	**12·0**	**12·6**	**13·7**	**13·8**	**13·4**	**10·5**	**93**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	**S 1**	**S 1**	**106·5**	—
10.	**18·4**	**13·3**	**14·2**	**17·6**	**17·2**	**16·0**	**13·4**	**97**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 1**	**S 1**	—	**28·1**	—
11.	**20·8**	**11·0**	**16·4**	**18·6**	**17·0**	**17·3**	**14·2**	**96**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 1**	**S 1**	**S 1**	**29·1**	3·65 *m*
12.	**23·8**	**15·7**	**16·2**	**22·4**	**18·5**	**19·0**	**13·3**	**82**	**8**	**3**	—	**3·7**	**S 1**	**S 1**	—	—	—
Beobachtungs-Station Berghof.																	
August																	
25.	—	—	13·4	22·0	19·0	18·1	9·9	66	1	1	3	2·7	E	SW 2	NE	—	—
26.	—	—	17·0	22·2	19·0	19·4	11·1	67	10	8	5	7·7	—	SW 1	NE 1	—	—
27.	—	—	17·2	21·0	16·4	18·2	11·2	73	9	10	10	9·7	N 2	S 2	NE 1	—	—
28.	—	—	15·2	23·0	19·6	19·3	11·1	67	5	3	4	4·0	N 1	SW 2	NE 2	—	—
29.	—	—	15·0	24·0	20·6	19·9	10·3	61	—	1	5	2·0	NE 1	SW 2	E 1	—	—
30.	—	—	15·8	23·6	19·0	19·5	10·8	66	5	8	9	7·3	NE 1	S 2	NE 1	21·1	—
31.	—	—	15·0	22·0	16·6	17·9	11·2	74	10	5	8	7·7	—	SW 2	N 4	—	—
September																	
1.	—	—	11·4	11·0	10·0	10·8	8·3	86	10	10	10	10·0	N 2	N 2	N 4	58·0	—
2.	—	—	9·5	9·4	8·9	9·3	7·3	84	9	10	2	7·0	N 2	N 4	N 3	6·2	—
3.	—	—	9·0	18·0	15·0	14·0	7·5	63	—	1	2	1·0	N 2	SW 1	NE 2	—	—
4.	—	—	11·4	17·0	14·6	14·3	8·6	72	9	10	7	8·7	NE 1	S 2	NE 2	—	—
5.	—	—	13·0	21·0	15·6	16·5	9·9	71	1	2	—	1	N 2	SW 2	NE 1	—	—
6.	—	—	14·4	21·8	17·8	18·0	11·0	71	—	4	9	4	N 2	SW 2	NE 1	—	—
7.	—	—	15·6	21·6	18·6	18·6	12·3	78	9	7	9	5	—	SW 2	E 1	—	—
8.	—	—	**15·0**	**18·2**	**12·8**	**15·3**	**11·5**	**88**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	**N 2**	**N 4**	**68·0**	—
9.	—	—	**9·8**	**12·2**	**13·6**	**11·9**	**9·5**	**92**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 3**	**SW 1**	—	**65·5**	—
10.	—	—	**14·2**	**18·0**	**15·8**	**16·0**	**12·3**	**91**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	—	—	**26·0**	—
11.	—	—	**15·8**	**18·0**	**14·8**	**16·2**	**12·0**	**88**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**NE 2**	**NE 1**	—	**20·3**	—
12.	—	—	**14·6**	**20·6**	**17·0**	**17·4**	**11·9**	**80**	**8**	**3**	**1**	**4·0**	**N 1**	—	**NE 1**	—	—

Die halbfetten Ziffern bedeuten die Daten während der Hochwasserperiode.

103. Capitel.

Die meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1889.

Der October 1889 kennzeichnet sich durch seine übergrosse Menge Niederschlag. Dieselbe betrug an 20 Regentagen 371·9 *mm* in St. Michele und 332·9 *mm* an 22 Regentagen in der Station Berghof.

Drei Hochwasserwellen stiessen in diesem Monate zusammen, ohne dass die zwei ersten Zeit zum Ablaufen hatten. Es ergibt sich daher als Gesammt-Resultat eine Curve mit 3 Maxima.

Das erste Hochwasser erreichte seinen Höhepunkt den 12. October abends und war durch sieben vorhergehende Regentage bedingt.

Die eigentlich kritischen Tage, durch welche das plötzliche Ansteigen hervorgerufen wurde, waren aber die vier Tage vom 9. bis einschliesslich zum 12. October 1889, an denen die Tagesmittel der Niederschläge aller Stationen ober Trient 15·2 36·0, 39·8 und 21·8 *mm* betrugen.

Die grössten Tagesmaxima wurden am 9. October in Schneeberg mit 93·0 und am 10. mit 89·8 *mm* beobachtet.

Das Tagesmittel des Niederschlages im ganzen Etsch-Gebiet betrug 25·1 *mm*.

Die Gesammt-Niederschlagsmengen dieser Periode sind aus der Uebersichtstabelle auf Seite 255 zu entnehmen.

Das zweite Hochwasser, welches am 22. October seinen Höhepunkt erreichte, trat nach einem fünftägigen Regen mit 108·1 *mm* in St. Michele ein, das dritte, welches am 29. October seinen Höhepunkt erreichte, trat nach einem viertägigen Regen mit 96·4 *mm* Niederschlag ein (25. bis 29. October).

Es genügten offenbar schon diese Niederschläge, um ein rasches Anschwellen des Wasserstandes zu erzielen, da der Boden schon ganz gesättigt und der Wasserstand ohnedies schon ein hoher war.

Die übrigen meteorologischen Begleiterscheinungen sind aus den nachstehenden Tabellen der Stationen St. Michele und Berghof, in denen das ausschliessliche Vorherrschen der Südwinde auch in der Thalsohle hervorgehoben werden muss, zu entnehmen.

Meteorologische Beobachtungsdaten über die zweite Hälfte des Septembers und den October 1889.

Beobachtungs-Station St. Michele

Tag und Monat	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Lufttemperatur in ° C. 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tages-mittel	Luftdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tages-mittel	Windrichtung und Stärke 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Niederschlag in *mm*	Höchster Wasserstand der Etsch, gemessen am Pegel der St. Micheler Etsch-Brücke
11. September	24·3	13·0	13·2	22·4	18·2	17·90	9·50	64·0	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—
12. „	24·6	13·0	13·7	23·4	18·9	18·67	10·07	64·3	—	1	—	0·3	—	SW 1	—	—	—
13. „	26·5	14·8	15·2	24·7	20·2	20·03	11·93	69·7	5	5	—	3·3	—	—	—	—	—
14. „	25·5	14·7	15·0	24·2	18·2	19·13	11·10	68·0	4	—	—	1·3	—	SW 1	—	—	—
15. „	24·3	14·6	15·3	22·0	17·8	18·37	9·90	63·7	4	—	—	1·3	—	SW 1	NE 3	—	—
16. „	18·7	11·0	11·1	18·0	11·6	13·57	10·13	88·7	—	—	—	0·0	NE 2	N 3	N 1	—	—
17. „	16·6	5·0	5·8	15·8	10·4	10·67	3·73	42·3	—	2	—	0·7	N 1	NE 2	NE 1	—	—
18. „	17·5	5·2	5·8	15·2	11·1	10·70	4·00	44·3	—	7	—	2·3	N 1	N 1	—	—	—
19. „	17·4	4·8	5·3	16·7	11·0	11·00	5·26	56·7	—	10	—	3·3	—	S 2	—	—	—
20. „	14·4	7·3	7·6	13·9	12·2	11·23	6·53	65·3	1	9	9	6·3	—	N 1	—	—	—
21. „	18·5	9·3	9·6	16·5	14·0	13·37	8·03	70·7	1	9	3	4·3	—	—	—	—	—
22. „	19·0	6·6	7·2	17·8	15·2	13·40	6·20	55·3	9	6	3	6·0	N 1	S 2	—	—	—
23. „	21·3	9·8	10·4	20·4	17·2	16·00	8·20	59·7	—	—	4	1·3	—	—	—	0·2	—
24. „	21·0	13·6	13·9	19·5	16·9	16·77	10·03	71·0	10	3	2	5·0	—	—	—	—	—
25. „	20·9	13·0	13·0	20·0	18·2	17·07	9·53	68·0	1	8	2	3·7	—	SW 2	S 2	—	—
26. „	18·3	10·2	11·6	17·2	10·9	13·23	3·66	31·7	—	—	—	0·0	N 3	N 3	—	—	—
27. „	18·6	4·8	5·1	66·3	12·6	11·33	5·27	54·7	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—
28. „	18·4	5·5	7·5	16·0	14·9	12·80	7·30	65·7	1	—	9	3·3	—	SW 1	—	0·2	—
29. „	14·5	10·0	12·0	12·6	10·2	11·60	8·83	87·0	10	10	10	10·0	—	—	N 2	13·3	—
30. „	12·6	8·0	8·6	12·2	10·2	10·33	7·30	78·0	9	10	8	9·0	—	N 1	—	2·2	—
1. October	12·6	9·0	9·8	10·9	9·8	10·1	7·90	86·0	10	10	3	7·7	—	—	—	2·7	* Neuschnee auf den
2. „	14·8	8·8	9·2	14·2	10·0	11·1	8·6	86	9	9	3	7·0	—	SW 1	N 1	—	Bergen über 1200 *m*
3. „	17·3	5·9	6·7	16·0	11·0	11·2	7·5	76	—	9	—	3·0	—	—	—	—	—
4. „	17·8	5·4	6·4	16·5	11·6	11·4	6·0	63	—	5	3	2·7	—	—	—	—	—
5. „	**11·8**	**7·0**	**8·2**	**11·6**	**9·8**	**9·9**	**7·9**	**79**	—	**10**	**10**	**6·6**	—	—	—	**13·5**	—
6. „	**16·3**	**9·5**	**10·2**	**16·2**	**13·6**	**13·3**	**8·3**	**71**	**10**	—	—	**3·3**	—	**N 1**	—	**8·2**	—
7. „	**16·0**	**12·4**	**13·0**	**14·6**	**12·7**	**13·4**	**10·0**	**90**	**10**	**10**	**9**	**9·7**	—	—	—	**9·5**	—
8. „	**17·4**	**11·5**	**12·1**	**15·7**	**15·6**	**14·5**	**10·2**	**84**	**10**	**9**	**10**	**9·7**	—	**S 1**	**S 1**	**5·6**	—
9. „	**17·4**	**12·4**	**14·7**	**14·0**	**12·8**	**13·8**	**9·4**	**80**	**6**	**10**	**10**	**8·7**	**S 1**	**S 1**	—	**14·7**	—
10. „	**16·3**	**12·5**	**14·8**	**14·8**	**14·6**	**14·4**	**10·2**	**85**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 1**	—	—	**32·3**	—
11. „	**17·0**	**12·0**	**15·8**	**13·8**	**12·0**	**13·9**	**9·7**	**83**	**10**	**10**	**10**	**10.0**	**S 2**	—	—	**51·5**	—
12. „	**20·0**	**11·8**	**16·4**	**19·4**	**14·0**	**16·6**	**9·5**	**69**	**10**	**1**	**6**	**5·7**	**S 3**	**S 1**	—	**6·0**	Abends 2·95 *m*
13. „	**13·8**	**10·4**	**11·3**	**11·2**	**10·8**	**11·1**	**8·3**	**84**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 1**	—	—	**18·5**	—
14. „	14·2	9·0	9·7	12·7	9·6	10·7	8·4	77	6	5	2	4·3	N 1	—	—	—	—
15. „	16·6	7·2	7·7	15·8	11·0	11·5	5·8	58	—	—	—	0·0	—	N 2	NE 1	—	—
16. „	**14·0**	**5·8**	**6·2**	**13·2**	**8·8**	**9·6**	**5·0**	**58**	—	—	—	**0·0**	**NE 2**	—	—	—	—
17. „	**13·6**	**3·6**	**4·4**	**12·9**	**10·6**	**9·3**	**5·8**	**68**	**1**	—	**10**	**3·7**	—	**NE 1**	**N 1**	**3·0**	
18. „	**11·6**	**7·6**	**8·0**	**11·0**	**8·0**	**9·0**	**6·5**	**77**	**10**	**9**	**4**	**7·7**	**N 2**	**N 2**	—	—	—
19. „	**12·4**	**7·8**	**8·2**	**11·9**	**9·6**	**9·9**	**6·9**	**77**	**7**	**10**	**10**	**9·0**	—	**N 1**	**N 1**	**7·9**	—
20. „	**12·6**	**8·8**	**9·0**	**12·2**	**10·2**	**10·4**	**7·5**	**80**	**9**	**10**	**10**	**9·7**	—	—	—	**20·9**	—
21. „	**10·6**	**8·5**	**8·7**	**10·3**	**10·2**	**9·7**	**8·4**	**94**	**9**	**10**	**10**	**9·7**	**S 1**	—	**N 1**	**29·9**	—
22. „	**12·2**	**10·1**	**10·7**	**11·2**	**11·4**	**11·1**	**8·7**	**89**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	**N 1**	—	**46·4**	2·80 *m*
23. „	15·8	8·9	9·4	15·1	14·4	12·9	7·7	76	—	—	—	0·0	—	SW 1	—	—	—
24. „	14·8	6·0	6·7	14·2	10·6	10·5	6·6	70	—	2	—	0·7	—	—	SW 1	—	—
25. „	**10·7**	**9·3**	**10·7**	**10·0**	**10·4**	**10·3**	**7·8**	**82**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**NE 1**	**NE 1**	**NE 2**	**2·4**	—
26. „	**13·7**	**9·9**	**10·4**	**12·7**	**11·0**	**11·3**	**8·4**	**84**	**10**	**9**	**10**	**9·7**	—		**N 1**	**3·0**	—
27. „	**13·8**	**10·3**	**10·5**	**13·2**	**12·7**	**12·1**	**9·2**	**89**	**10**	**10**	**7**	**9·0**	—	**NE 1**	—		—
28. „	**14·1**	**11·2**	**12·1**	**13·4**	**12·6**	**12·7**	**9·9**	**91**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	**SW 1**	—	} **36·6**	—
29. „	**11·9**	**10·9**	**12·0**	**11·8**	**11·2**	**11·7**	**9·7**	**96**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 1**	**N 2**	**N 1**	} **54·4**	Abends 2·95 *m*
30. „	**11·8**	**9·5**	**9·9**	**11·4**	**10·8**	**10·7**	**7·5**	**79**	**3**	**10**	**10**	**10·0**	—	—	—	—	—
31. „	**11·6**	**9·4**	**10·0**	**11·2**	**11·0**	**10·4**	**8·6**	**90**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 1**	—	**N 1**	**4·9**	—

Beobachtungs-Station Berghof

Tag und Monat	Lufttemperatur in ° C. 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tages-mittel	Luftdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in Proc.	Bewölkung 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tages-mittel	Windrichtung und Stärke 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Niederschlag in *mm*
11. September	12·4	20·2	15·0	15·60	9·10	68	—	—	—	0·0	N 2	SW 2	NE 2	—
12. „	12·8	20·4	16·4	16·53	10·63	76	—	5	—	1·7	N 2	SW 1	NE 1	—
13. „	15·8	22·4	17·8	18·67	10·13	64·7	9	9	1	3·7	N 2	N 2	NE 1	—
14. „	14·6	22·8	16·2	17·87	7·70	53·0	8	6	—	4·7	N 2	N 2	NE 1	—
15. „	14·2	21·0	12·0	15·73	6·13	45·0	8	2	—	3·3	N 1	N 2	N 2	—
16. „	7·0	11·8	7·0	8·93	3·43	43·7	—	1	—	0·3	N 3	N 3	N 2	—
17. „	4·0	11·0	7·4	7·47	2·80	37·0	2	4	4	3·3	NE 1	N 3	NE 2	—
18. „	3·8	11·4	8·4	7·87	3·10	40·0	—	8	—	2·7	N 2	N 2	N 3	—
19. „	3·8	13·0	8·3	8·37	4·37	52·7	—	—	2	0·7	N 2	SW 2	NE 2	—
20. „	5·6	11·6	10·0	9·07	6·83	79·3	8	10	1	9·3	NE 1	S 1	NE 1	—
21. „	8·4	15·2	9·8	11·13	6·80	69·0	5	7	1	4·3	NE 2	S 2	NE 2	—
22. „	6·8	14·0	11·0	10·60	6·13	65·3	9	2	1	4·0	N 1	S 3	SW 2	—
23. „	7·4	17·4	12·8	12·53	7·43	70·0	1	1	9	3·7	NE 1	SW 3	NE 1	—
24. „	11·4	16·6	13·0	13·67	9·67	83·7	10	7	8	8·3	—	SW 2	SE 1	—
25. „	11·7	17·2	14·8	13·90	8·67	73·7	6	7	7	6·7	NE 1	S 2	S 2	—
26. „	5·8	13·0	6·6	8·47	3·23	41·0	—	—	—	0·0	N 4	N 5	NE 1	—
27. „	4·2	14·6	9·6	9·47	5·47	59·7	—	—	—	0·0	NE 1	S 2	NE 1	—
28. „	7·2	14·2	11·0	10·80	7·30	74·7	5	4	10	6·3	N 3	SW 3	NE 1	—
29. „	9·6	8·4	7·0	8·33	7·10	86·0	10	10	10	10·0	—	N 5	N 4	5·0
30. „	5·5	8·6	6·8	6·97	5·60	76·0	8	10	8	8·7	N 3	N 2	N 2	—
1. October	6·4	7·8	7·3	7·8	6·8	89	10	10	9	9·7	NE 1	SW 1	SW 1	—
2. „	7·0	11·0	7·4	8·4	5·7	70	9	10	2	7·0	N 2	NE 2	NE 2	—
3. „	5·4	13·4	7·5	8·17	5·5	67	1	1	—	0·7	N 1	SW 2	NE 1	—
4. „	4·7	13·6	9·8	9·3	6·4	70	3	7	3	4·3	NE 1	S 1	NE 2	—
5. „	**8·0**	**8·8**	**7·8**	**8·2**	**6·7**	**82**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	—	**NE 1**	**12·6**
6. „	**9·6**	**13·4**	**11·0**	**11·3**	**8·2**	**83**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	**SW 3**	—	**8·3**
7. „	**11·0**	**11·4**	**10·8**	**11·0**	**9·2**	**94**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	**S 1**	**N 1**	**9·5**
8. „	**10·4**	**13·2**	**12·8**	**12·1**	**9·2**	**89**	**9**	**10**	**10**	**9·7**	**NE 1**	**S 1**	**SW 2**	**5·8**
9. „	**11·4**	**10·9**	**11·2**	**11·2**	**8·2**	**90**	**8**	**10**	**10**	**9·3**	**S 2**	**S 2**	—	**14·3**
10. „	**12·4**	**12·6**	**14·0**	**13·0**	**9·4**	**85**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**SW 3**	**SW 3**	**SW 5**	**28·3**
11. „	**12·0**	**11·6**	**9·9**	**11·2**	**9·3**	**94**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 2**	**S 1**	—	**53·4**
12. „	**13·4**	**16·6**	**12·0**	**14·0**	**7·7**	**68**	**10**	**7**	**10**	**9·0**	**S 3**	**S 2**	**E 1**	**4·6**
13. „	**8·0**	**8·4**	**8·4**	**8·3**	**7·6**	**93**	**10**	**10**	**7**	**9·0**	—	**N 2**	—	**16·0**
14. „	7·4	9·0	6·4	7·6	6·0	78	8	3	1	4·0	NE 1	N 3	N 2	0·3
15. „	5·0	11·8	8·6	8·4	3·9	49	—	—	—	0·0	N 2	N 3	N 3	—
16. „	**4·4**	**11·0**	**7·9**	**7·8**	**4·2**	**52**	—	—	—	**0·0**	**N 2**	**S 1**	**NE 1**	—
17. „	**4·3**	**11·4**	**8·3**	**8·0**	**5·3**	**67**	**5**	**5**	**10**	**6·7**	**N 1**	**S 1**	**SE 1**	**2·3**
18. „	**5·6**	**7·8**	**5·0**	**6·1**	**5·9**	**83**	**10**	**9**	**3**	**7·3**	**N 2**	**N 2**	**N 1**	—
19. „	**5·8**	**8·9**	**7·0**	**7·2**	**6·7**	**88**	**8**	**10**	**10**	**9·3**	**NE 1**	**SW 1**	—	**5·1**
20. „	**6·5**	**9·0**	**8·0**	**7·8**	**7·3**	**93**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	**S 1**	—	**15·0**
21. „	**9·4**	**8·6**	**8·4**	**8·8**	**7·8**	**93**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 1**	—	—	**17·0**
22. „	**9·3**	**10·2**	**9·2**	**9·6**	**8·2**	**93**	**10**	**10**	**9**	**9·7**	**N 1**	**NE 1**	**NE 1**	**27·5**
23. „	7·2	13·0	8·7	9·6	6·3	72	—	—	—	0·0	NW 2	SW 1	N 1	—
24. „	5·8	12·4	9·6	9·3	6·2	71	—	2	9	3·7	N 2	SW 1	NE 1	—
25. „	**8·9**	**8·2**	**8·0**	**8·3**	**6·8**	**82**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	**S 1**	**N 2**	**1·3**
26. „	**8·7**	**10·4**	**8·6**	**9·2**	**7·5**	**86**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**NE 2**	—	**N 2**	**1·0**
27. „	**9·0**	**11·8**	**13·6**	**11·5**	**8·9**	**88**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	—	—	—	**10·3**
28. „	**11·4**	**11·6**	**11·2**	**11·4**	**9·4**	**94**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**E 1**	—	**S 1**	**31·5**
29. „	**10·0**	**9·6**	**9·0**	**9·5**	**8·0**	**91**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	**N 3**	**N 1**	**49·0**
30. „	**7·8**	**8·6**	**9·4**	**8·6**	**7·2**	**86**	**7**	**10**	**10**	**10·0**	**N 2**	—	—	**15·0**
31. „	**8·4**	**9·6**	**9·8**	**9·3**	**8·0**	**92**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N 1**	**S 1**	**N 2**	**4·8**

Die halbfetten Ziffern bedeuten die Daten während der Hochwasserperiode.

Uebersicht der im Etsch-Gebiete während der Hochwasserkatastrophe im October 1889 gefallenen Regenmengen in Millimetern.

1889 October	Schneeberg	Marienberg	Toblach	Brixen	Pejo	Malè	Cavalese	St. Michele	Trient	Roveredo	Tagesmittel der Stationen bis Trient
4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	17·9	4·6	3·2	2·9	21·0	—	—	13·5	15·0	—	—
6.	7·2	1·8	4·0	1·0	7·3	35·0	14·0	8·2	10·8	18·0	—
7.	13·4	3·3	8·0	7·2	5·1	13·6	3·7	9·5	21·1	11·0	—
8.	—	—	1·3	0·8	—	13·0	10·1	5·6	4·4	12·5	—
9.	93·0	1·5	4·0	1·0	12·7	2·0	0·4	14·7	7·9	5·5	15·2
10.	89·8	45·6	28·0	19·8	33·5	33·2	1·6	32·3	40·2	1 5	36·0
11.	—	54·2	44·0	40·7	64·4	45·5	10·3	51·5	47·7	19·0	39·8
12.	26·8	1·6	20·0	12·1	2·2	65·0	56·2	6·0	6·2	33·8	21·8
13.	—	16·6	17·0	15·6	6·5	8·0	17·8	18·5	10·2	5·5	—
14.	—	5·1	4·0	4·4	2·0	13·0	4·4	—	1·4	4·0	—
Summe der Tage 9., 10., 11. und 12.	209·6	102·9	96·0	73·6	112·8	145·7	68·5	104·5	102·0	59·8	—
Mittel der Tage 9., 10., 11. und 12.	52·8	25·7	24·0	18·4	28·2	36·4	17·1	26·1	25·5	14·9	28·2
	Tagesmittel der Etsch ober Bozen 39·2		Tagesmittel der Eisack und Rienz 21·2		Tagesmittel des Noce 32·3		Tagesmittel des Avisio 17·1	Tagesmittel der Etsch zw. Bozen u. Trient 25·8		Tagesmittel der Etsch unter Trient 14·9	

Tagesmittel im ganzen Etsch-Gebiete 25·1 *mm*

104. Capitel.

Die meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom Jahre 1890.

Einen ganz anderen, von allen bisherigen Hochwässern verschiedenen Verlauf nahm dasjenige vom Jahre 1890. — Dieses Hochwasser ist nicht nur bemerkenswert durch das Zusammenstossen dreier Hochwasser-Curven, von denen jede durch eine selbständige Serie von Regentagen verursacht wurde, wobei die Verflachung der früheren Hochwasserwellen noch nicht eingetreten war, als schon die nächsten Wellen folgten, sondern auch durch die ganz ungewöhnliche Jahreszeit, in der es stattfand.

Das erste Hochwasser erreichte seine Culmination bei St. Michele am 30. Juni und wurde durch zwei- bis dreitägige starke Regengüsse in den Tagen vom 27. bis 30. Juni verursacht.

Am 29. Juni regnete es im ganzen Etsch-Gebiete stark, insbesondere verzeichnet die Station Schneeberg ein Tagesmaximum von 87·7, Malè ein solches von 50·7, Pejo 27·1, Roveredo 20·5 *mm*.

Die Hochwasserstände erreichten eine Culmination von kaum 3 *m* über Null und es wäre daher auch das Hochwasser nicht so bedeutend gewesen, wenn nicht fortwährende Regen, insbesondere am 5., 6. und 7. Juli das Fallen des Wasserstandes verhindert hätten.

Der Wasserstand der Etsch bei St. Michele war noch auf 2 *m* über Null, als gegen alles Erwarten und gegen alle Erfahrung vergangener Decennien plötzlich ein dreitägiger gewaltiger Regenguss niedergieng, der schon eine Culmination des Etsch-Wasserstandes am 13. Juli hervorrief, die insbesondere bei Pfatten und im Bereiche der Section I/a überhaupt nóch diejenige des Jahres 1882 stellenweise übertraf.

Heftige, während dieser Zeit aufziehende Gewitter bei wechselnden Winden begleiteten das Regenwetter, bis endlich in der Nacht vom 12. auf den 13. Juli sehr starke nördliche Winde die Lufttemperatur in aussergewöhnlichem Grade herabdrückten. Die Lufttemperatur sank bei St. Michele am 12. Juli abends auf 12·4° C. herab, während sie am Vortage (11. Juli) abends noch 17·0° C. betrug. An der Station Berghof sank zu gleicher Zeit die Lufttemperatur von 14·8° C. auf 8·2° C. herab.

Es endigte demzufolge auch das Regenwetter in der Nacht vom 12. auf den 13. Juli im Hochgebirge mit einem Schneefall und war der Schnee den 13. morgens bis auf 1000 *m* herab sichtbar.

Der Wasserstand fiel, nachdem bei Pfatten ein Dammbruch stattgefunden hat, rasch herab.

Die drei Regentage vom 11., 12. und 13. Juli brachten Tagesniederschläge von 16·3, 55·3 und 16·5 *mm* im Mittel hervor.

Das Mittel im ganzen Etsch-Gebiet betrug 27·2 *mm*.

Im Vergleiche zum Tagesmittel des 1882er September-Hochwassers von 39·33 *mm* war dies schon an und für sich bedeutend. Vernichtend wurde aber dieser Regenguss in der Section I/a dadurch, dass die Niederschläge schon hohe Wasserstände von über 2 *m* über Null antrafen, während im Jahre 1882 die Etsch bei St. Michele bloss 70 *cm* über Null stand, als die Regengüsse des September eintrafen.

Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass nun ganz ausserordentliche Wasserstände hervorgerufen wurden.

Bei Pfatten, wo das Hochwasser vom September 1882 bloss einen Wasserstand von 4·20 *m* über Null hatte, trat nun ein solcher von 5·70 *m* ein, also noch um 1·50 *m* höher, als das bisher bekannte grösste Hochwasser an dieser Stelle.

Die Vertheilung der Regenmengen im ganzen Etsch-Gebiete ist aus der Tabelle auf Seite 256 zu entnehmen.

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass das Gebiet der Etsch zwischen Bozen und Meran ein Tagesmittel von 40·6 *mm* aufwies, also um 9·9 *mm* mehr, als dies im Jahre 1882 im September in diesem Gebiete der Fall war. (30·7 *mm*.)

Hingegen führte im Juli 1890 das Eisack- und Rienz-Gebiet bloss ein Tagesmittel von 26·4 gegenüber 35·0 *mm* des Jahres 1882.

Uebersicht der im Etsch-Gebiete während der Hochwasserkatastrophen im Juni und Juli 1890 gefallenen Regenmengen in Millimetern.

Datum	Schnee-berg	Marien-berg	Toblach	Brixen	Pejo	Malè	Cavalese	St. Michele	Trient	Roveredo	Tagesmittel der Stationen bis Trient
26. Juni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27. "	4·6	—	40·0	26·2	0·8	—	—	1·2	—	—	—
28. "	34·3	2·8	26·0	19·0	26·7	—	2·6	12·1	10·2	8·5	—
29. "	87·7	17·0	30·0	19·4	27·1	50·7	11·6	11·4	16·3	20·5	—
30. "	3·5	42·3	12·0	0·5	4·0	40·3	9·3	—	—	13·1	—
1. Juli	48·3	—	8·0	12·7	32·4	13·0	—	18·2	16·2	—	—
2. "	—	9·9	0·4	—	—	—	8·5	—	—	9·6	—
3. "	6·0	5·9	4·0	—	—	—	—	—	—	—	—
4. "	—	3·5	—	—	—	—	0·7	—	—	—	—
5. "	20·0	0·7	2·0	0·6	2·6	—	—	—	—	—	—
6. "	37·4	6·8	4·0	7·2	8·2	5·2	0·4	—	4·1	—	—
7. "	—	14·5	—	—	—	9·1	3·5	—	—	—	—
8. "	—	—	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—
9. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. "	—	—	—	—	—	—	—	9·8	0·6	—	—
11. Juli	51·0	0·7	7·0	17·0	16·1	6·5	—	20·6	28·7	—	16·3
12. "	114·6	29·5	66·0	69·2	52·8	17·5	7·0	83·4	57·7	22·5	55·3
13. "	—	48·2	—	—	—	83·5	16·8	—	—	53·8	16·5
14. Juli	—	—	—	—	—	9·1	29·5	—	—	—	—
Summen der Tage 11., 12. und 13.	165·6	78·4	73·0	86·2	68·9	107·5	23·8	103·4	86·4	76·3	—
Mittel der Tage 11., 12. und 13.	55·2	26·1	24·2	28·7	22·9	35·8	7·9	34·4	28·8	28·1	29·3
[groups: Schneeberg–Marienberg; Toblach–Brixen; Pejo–Malè; Cavalese; St. Michele–Trient; Roveredo]	Tagesmittel der Etsch ober Bozen 40·6		Tagesmittel der Rienz u. der Eisack 26·4		Tagesmittel des Noce 29·3		Tagesmittel des Avisio 7·9	Tagesmittel d. Etsch zwischen Trient und Bozen 31·2		Tagesmittel der Etsch unter Trient 28·1	
[all stations]	Tagesmittel im ganzen Etsch-Gebiet 27·2 *mm*										

Betrachtet man das Tagesmittel des Gebietes der Etsch und der Eisack ober Bozen zusammen genommen, so betrug dieses im September 1882 33·4 *mm*, im Juli 1890 dagegen (40·6 + 26·4) : 2 = 33·5 *mm*, somit um 0·1 *mm* mehr.

Es war daher das Hochwasser vom 13. Juli 1890 schon nach den Regenmengen zu schliessen für die Section I/a, das heisst die Etsch-Strecke unterhalb Bozen, das stärkste von allen bekannten Wässern, was auch durch die Wasserstände in vollster Uebereinstimmung steht.

Ganz anders verhält sich die Angelegenheit für die weiter unterhalb liegenden Strecken.

In diesen betrug im September 1882 das Tagesmittel des Niederschlages zwischen Bozen und Trient 69·59 *mm*, im Juli 1890 dagegen bloss 34·4 *mm*, also kaum die Hälfte.

Auch die Tagesmittel der Niederschläge im Gebiete des Noce und des Avisio, welche im September 1882 65·71 und 48·73 *mm* betrugen, erreichten im Juli 1890 bloss 29·3 und 7·9 (!) *mm*.

Schliesslich betrug im September 1882 das Tagesmittel des Niederschlages im Gebiete unterhalb Trient 65·29 *mm*, im Juli 1890 dagegen bloss 28·1 *mm* also weit weniger als die Hälfte.

Da nun überdies infolge der Dammbrüche in den oberen Sectionen die Wirkung des so bedeutenden Tagesmittels des Niederschlages im Etsch- und Eisack-Gebiete oberhalb Bozen paralysiert wurde, so ist es selbstverständlich, dass das Hochwasser vom Juli 1890 für die III. Etsch-Regulierungssection nur ein unbedeutendes war und dortselbst keineswegs als ein epochales Ereignis aufgefasst werden kann, trotzdem es bei Pfatten (Section I/a) selbst dasjenige vom Jahre 1882 übertraf.

Diese Schlüsse, welche lediglich mit Zuhilfenahme der Daten über den Niederschlag gezogen wurden, finden in den Wasserständen eine glänzende Bestätigung, indem thatsächlich im Jahre 1890 die Hochwasserstände in der III. Section weit unter denjenigen des Jahres 1882 geblieben sind.

Die Daten über die übrigen meteorologischen Begleiterscheinungen des Hochwassers vom 13. Juli 1890 sind aus den auf Seite 257 befindlichen Tabellen der Stationen St. Michele und Berghof zu entnehmen.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, welche Verhältnisse im Juli 1890 mitgewirkt haben, die enormen Hochwasserstände bei Pfatten zu erzeugen.

Die Volksmeinung der an dieser speciellen Stelle betroffenen Interessenten klammerte sich jedoch an die Thatsache, dass in den unteren Sectionen die Ueberschwemmung keineswegs so gross gewesen sei, wie im Jahre 1882 und folgerte daraus in gänzlich unrichtiger Weise, dass die Niederschläge vom Juli 1890 nur unbedeutend gewesen seien, während, wie oben nachgewiesen wurde, diese Niederschläge, nämlich das entscheidende Tagesmaximum hier noch grösser war als im September 1882.

Aus diesem ersterwähnten unrichtigen Schlusse über die angebliche Kleinheit der 1890er Niederschläge zogen Uneingeweihte den weiteren Fehlschluss, es müssten sich die Verhältnisse an der Etsch wesentlich verschlimmert haben, wenn schon die vermeintlich so kleinen Niederschläge so bedeutende Wasserstände zu erzeugen vermöchten und vermutheten die Ursache dieser vermeintlichen Thatsache in einem rascheren Abströmen der Etsch-Hochwässer infolge der vorgeschrittenen Regulierungs-Arbeiten.

Meteorologische Beobachtungsdaten vor und während des Hochwassers im Juli 1890.

Tag und Monat	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Lufttemperatur in °C. 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	Mittlerer Dunstdruck in *mm*	Relative Feuchtigkeit in *mm*	Bewölkung 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Tagesmittel	Windrichtung und Stärke 7 Uhr	2 Uhr	9 Uhr	Niederschlag in *mm*	Wasserstand der Etsch (Pegel der St. Micheler Etsch-Brücke)
Beobachtungs-Station St. Michele.																	
27. Juni	28·5	18 3	20·4	26·8	21·2	22·8	11·9	56	3	7	8	6·0	—	SE 3	NE 3	1·2	—
28. „	28·5	19·1	20·4	28·4	19·6	22·8	14·4	72	7	6	10	7·7	—	SE 3	—	12·1	R
29. „	26·3	17·8	19·2	24·2	19·1	20·8	13·6	75	2	10	10	7·3	—	SE 2	N	11·4	R
30. „	25·0	12·0	13·6	20·6	19·4	17·8	10 3	68	7	5	6	6·0	SW 2	SE 1	—	—	—
1. Juli	21·0	16·2	17·9	17·4	17·0	17·4	12·0	82	8	10	7	8·3	—	S	S	18·2	—
2. „	25·7	15·3	16 3	24·2	20·4	20·3	10·7	62	2	4	1	2·3	NE	S 3	SE	—	—
3. „	23·1	15·0	16·5	21·8	18·6	18·9	11·0	68	3	8	2	4·3	—	—	SE	—	—
4. „	27·0	14·5	16·6	25·1	22·1	21·2	10·7	58	—	2	3	1·7	NE 2	S 2	NE	—	—
5. „	25·5	17·2	18·8	24 0	23·0	21·9	11·5	59	9	9	7	8·3	SW	S 3	S	—	—
6. „	23·0	17·5	20·2	18 8	17·8	18·9	9·8	60	6	8	6	6·7	S	SE 2	NE 4	—	—
7. „	23·2	12·8	13·9	21·5	15·3	16·9	7·7	55	7	8	—	5·0	NE 2	NE	NE 1	—	—
8. „	24·1	10·8	13·0	22·4	18·8	18·0	7·9	53	5	7	3	5·0	—	S	—	—	—
9. „	27·0	13·2	15·8	25·0	21·0	20·6	8 9	50	1	3	—	1·3	NE	SW 2	—	—	—
10. „	26·9	13·2	17·5	26·0	**28 8**	**21·4**	**11 7**	**63**	**2**	**9**	**1**	**4 0**	**NE**	**S 3**	—	**9 8**	—
11. „	21·4	16·2	16·6	**17 6**	**17 0**	**17·0**	**13·4**	**93**	**10**	**10**	**10**	**10 0**	**N**	**S 2**	—	**20·0**	**R**
12. „	20 2	12·4	16·4	**18 6**	**12·4**	**15·8**	**12 0**	**87**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S**	**NE**	**NE 4**	**83 4**	**R** abds. 2·70 *m*
13. „	21·5	10·1	12·6	**17 7**	**19 3**	**16 5**	**7·0**	**52**	**10**	**9**	**3**	**7·3**	**N 2**	**NW**	**N 3**	—	—
Beobachtungs-Station Berghof.																	
27. Juni	—	—	17·4	22·4	18·4	19·4	12·0	77	5	7	10	7·3	—	S 3	N 4	3·0	—
28. „	—	—	17·6	24 2	18·0	19·9	12·9	76	7	6	10	7·7	SE	SW 3	S 3	16·0	R
29. „	—	—	15·0	22·0	15·8	17·6	11·4	78	2	8	10	6·7	NE	SW 3	NE 2	14·8	R
30. „	—	—	10·4	18·0	16·6	15·0	9·4	77	7	6	10	7·7	N 3	S	NW 2	0·2	—
1. Juli	—	—	15·0	14·0	13·8	14·2	10·3	86	9	10	7	8·7	SE	SW 3	E	15·0	—
2. „	—	—	13·2	20·5	16·6	16·7	9·8	70	3	3	3	3·0	—	S 2	NE 2	—	—
3. „	—	—	13·6	18·8	14·4	15·6	9·8	75	8	7	5	6 7	N	S 2	NE	—	—
4. „	—	—	14·0	22·0	17·5	17·8	10·2	67	—	2	9	3·0	N 2	S 3	N	—	—
5. „	—	—	17·0	20·0	14·5	18·8	11·3	74	7	8	9	8·0	SW	S 3	SW 3	—	—
6. „	—	—	16·2	17·4	12·6	15·4	9·7	74	6	9	9	8·0	S 2	N 3	N 5	—	—
7. „	—	—	10·4	17·2	12·0	13·2	5·0	55	9	9	—	6·0	N 3	N 2	NE	—	—
8. „	—	—	11·4	16·7	15·0	14·3	7·4	61	9	10	7	8·7	—	S 2	E 2	—	—
9. „	—	—	13·0	22·0	17·5	17·5	8·4	57	5	1	—	2·0	N 2	SW 2	NE 2	—	—
10. „	—	—	**14·2**	**22 0**	**18 0**	**18·0**	**11·0**	**72**	**3**	**8**	**9**	**6·7**	**E**	**S 2**	**NE 2**	**11·7**	**R**
11. „	—	—	**14·2**	**15·0**	**14 8**	**14·6**	**11·4**	**92**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**N**	**NE**	—	**20·5**	≡
12. „	—	—	**15 2**	**15·8**	**8 2**	**13·0**	**9·9**	**86**	**10**	**10**	**10**	**10·0**	**S 2**	**SE**	**N 6**	**92·0**	≡
13. „	—	—	**8·0**	**13 8**	**13 4**	**11·7**	**0·9**	**68**	**10**	**10**	**2**	**7·3**	**N 5**	**N 3**	**NE 2**	—	—

Die halbfetten Ziffern bedeuten die Daten während der Hochwasserperiode.

Andere wollten eine angebliche allgemeine Hebung der Etsch-Sohle durch herabkommende Bach- und Fluss-Geschiebe für diese behauptete Hebung der Wasserstände verantwortlich machen, ohne zu bedenken, dass im Gegentheil die Etsch-Sohle in den letzten Jahren sich allgemein in einer jede Erwartung glänzend rechtfertigenden Weise eingetieft hat, was auch bei der Concentrierung der Hochwässer und der hiedurch erlangten grösseren Stosskraft selbstverständlich ist.

Wie irrig diese Ansichten sind, glauben wir hiemit nachgewiesen zu haben, denn das Vorhandensein von Regenmengen, welche diejenigen des Jahres 1882 oberhalb Bozen im Etsch- und Eisack-Thale übertrafen, macht auch das Eintreffen entsprechend grösserer Hochwasserstände vollauf erklärlich, ohne nach anderen Ursachen suchen, am wenigsten aber ein Regulierungswerk anklagen zu müssen, dessen segensreiches Wirken von allen maassgebenden Factoren als zweifellos anerkannt ist.

Da übrigens im Jahre 1882 auch die Thäler ober Bozen vollkommen überschwemmt waren, so ist es klar, dass die damaligen Hochwasserstände weit kleiner waren, als dies den Regenverhältnissen für den Fall entsprochen hätte, dass die Dämme damals Stand gehalten hätten.

Da nun die Etsch-Regulierung den Zweck hat, eben durch Schliessung der Dammbrüche und Erhöhung und Befestigung derselben, Ueberschwemmungen zu verhüten, so ist es klar, dass auch unter sonst gleichen Verhältnissen höhere Wasserstände eintreten müssen, wenn die Dämme Stand halten, als dann, wenn sie brechen.

Im Jahre 1890 riss nun allerdings der Damm bei Pfatten, welcher noch nicht beendet war, ebenfalls, aber damals hatte die Etsch schon ihre Culmination erreicht, so dass die Ueberflutung bei Branzoll an diesem schon erreichten Maximum nichts mehr zu ändern vermochte.

Mit der rasch zunehmenden Eintiefung der Flusssohle wird übrigens auch der Einfluss des rascheren Abströmens der Hochwässer durch die Concentrierung derselben im regulierten Gerinne aller Voraussicht nach paralysiert werden.

Von allen Beschuldigungen, die in der ersten Verwirrung nach dem Juli-Hochwasser 1890 vorgebracht wurden, verdient noch eine erwähnt zu werden.

Es hiess nämlich, dass die Etsch-Regulierung ein solches Zunehmen der Wasserstände verursacht habe, dass schon ein gewöhnlicher Landregen von 24 Stunden genüge, um Wasserstände zu erzeugen, wie diejenigen des Jahres 1882.

Wie ganz unrichtig schon die Behauptung des bloss 24-stündigen Landregens ist, wurde schon erwiesen, denn es herrschten dreitägige Regen vor der Culmination und zwar Regengüsse, die ein grösseres Tagesmaximum erreichten als es im Jahre 1882 verzeichnet wurde und überdies aber trafen diese Regen ja schon Hochwasserstände von über 2 *m* über Null an, die sich seit der Hochwasserkatastrophe vom 30. Juni 1890 noch nicht verlaufen hatten.

Das Hochwasser vom 13. Juli 1890 war denn auch nichts weniger als typisch für den Verlauf der Hochwässer in der Etsch, sondern im geradesten Gegentheile ganz abnorm und von den abnormsten Verhältnissen erzeugt.

Diese Abnormität liegt ja offenbar schon darin, dass nach dem Hochwasser vom 30. Juni 1890 noch die elementaren Regengüsse vom Juli folgten, während seit mehr als 20-jährigen Erfahrungen bedeutende Regengüsse im Juli in diesem Gebiete überhaupt nie stattgefunden haben, woraus ein ganz abnormer Witterungscharakter des ganzen Jahres 1890 hervorgeht.

So weisen die 20-jährigen Niederschlagsdaten von Riva keinen so regenreichen Juli-Monat auf, als denjenigen des Jahres 1890.

Als Durchschnitt der letzten 20 Jahre ergibt sich dortselbst für die Juli-Monate die monatliche Niederschlags-Summe von bloss 98·4 *mm*, während die monatliche Niederschlags-Summe im Juli 1890 nichts weniger als das 2·3fache dieses Mittels betrug.

In der meteorologischen Beobachtungs-Station Bozen fielen seit 1884 im Juli nachstehende Regenmengen nieder:

Im Jahre 1884	an 9	Tagen	119·9 *mm*
„ „ 1885	„ 7	„	76·0 *mm*
„ „ 1886	„ 7	„	109·0 *mm*
„ „ 1887	„ 8	„	79·0 *mm*
„ „ 1888	„ —	„	— *mm*
„ „ 1889	„ 12	„	119·0 *mm*
„ „ 1890	„ 11	„	219·3 *mm*

Es zeigte also auch in Bozen die Regenmenge des Juli-Monates 1890 eine ganz ungewöhnliche Abnormität, also eine höchst ungünstige Complicierung meteorologischer Verhältnisse, die durchaus genügend war, entsprechend ungewöhnliche Wasserstände zu erzeugen, ohne dass das Verschulden an den letzteren in anderen Ursachen oder gar im Regulierungs-System gesucht werden könnte.

Zur besseren Bekräftigung dessen diene noch die nachstehende Zusammenstellung der Niederschlagsmengen im Monate Juli 1890, wie selbe an den Stationen Bozen und Oberbozen, also gerade an der kritischesten Stelle beobachtet worden sind.

Datum	Regenmengen in *mm* (Bozen)
1. Juli	8·2
6. „	4·9
11. „	23·0
12. „	**93·9**
18. „	7·9
19. „	16·5
20. „	39·0
21. „	6·7
25. „	4·0
26. „	3·0
29. „	12·2
Summa	219·7 *mm*

Datum	Regenmengen in *mm* (Ober-Bozen)
1. Juli	9·2
6. „	7·6
11. „	26·0
12. „	**88·1**
18. „	5·0
19. „	25·0
20. „	35·5
21. „	13·5
29. „	30·0

Es ergeben sich daher für den 12. Juli Tagesmaxima von 93·9, bzw. 88·1 *mm*, Zahlen, welche die Abnormität dieses Juliregens hinlänglich beleuchten.

XVIII. Abschnitt.

Zusammenhang der Wasserstände der Etsch mit den Niederschlagsmengen.

105. Capitel.

Zusammenhang der täglichen Pegelstände der Etsch im Verlaufe eines ganzen Jahres mit den täglichen Niederschlagsbeobachtungen derselben Periode.

Die täglichen Pegelstände der Etsch hängen mit den täglich fallenden Niederschlagsmengen auf das innigste zusammen.

Jede bestimmte Regenmenge erzeugt unter Zugrundelegung der vorliegenden Wasserstände ganz bestimmte neue Wasserstände, welche sich im allgemeinen mit grosser Sicherheit vorhersagen lassen, soweit nicht durch eventuelle Dammbrüche und damitverbundene Wasseraustretungen, durch starke Gletscherschmelze bei plötzlich eintretenden Südwinden, durch Ausbrüche von Gletscherseen und andere, seltener auftretende Zufälligkeiten Complicationen eintreten.

Um diesen innigen Zusammenhang vor Augen zu führen sind auf Tafel 44 vier Pegel-Diagramme ganzer Jahre mit den dazu gehörigen Diagrammen der täglichen Niederschläge dargestellt.

Es wurden hiezu charakteristische Jahre gewählt, an denen grosse Hochwässer stattgefunden haben.

So wurde auf Tafel 44 für das Jahr 1882 das Pegel-Diagramm von Calliano dem Regen-Diagramm der meteorologischen Beobachtungs-Station Roveredo, weiters dem Pegel-Diagramm von Trient das Regen-Diagramm von St. Michele gegenübergestellt.

In derselben Tafel erscheint für das Jahr 1885 das Regen-Diagramm von St. Michele dem Pegel-Diagramme von Trient für das Jahr 1890 gegenübergestellt.

Vergleicht man beispielsweise die Diagramme des Trienter Pegels und der Regenbeobachtungen von St. Michele vom Jahre 1882 mit einiger Aufmerksamkeit, so bemerkt man, dass die kleinen Regen zu Ende Februar und Anfang März schon eine stufenweise Anschwellung des im Februar niedrigsten Wasserstandes der Etsch erzeugten. Diese Anschwellung ist noch nicht vollkommen regelmässig in ihrem Verlaufe, weil zu Beginn des Frühjahres durch das Aufthauen der Schneemassen Elemente hinzutreten, welche im Regen-Diagramme nicht ersichtlich sind und nur aus der Vergleichung mit der Temperaturtabelle geklärt werden könnten. Auch dienen kleine unbedeutende Regen grossentheils vorerst zur Sättigung des nach langer Regenlosigkeit unter günstigen Temperatursverhältnissen sehr aufnahmsfähigen Bodens, so dass eine sofortige Reaction auf das Pegel-Diagramm nicht eintritt und der Einfluss nur für das geübtere Auge, für dieses aber mit Sicherheit

zu erkennen ist. So drücken sich die kleinen Regen der zweiten Dekade des März im besprochenen Pegel-Diagramme nicht klar aus, sie heben aber doch in gleichmässigen Stufen den Wasserstand der Etsch.

Viel deutlicher malen sich die Regen der dritten Dekade des März im Pegel-Diagramme. Dieselben Staffeln aufwärts und abwärts, wie sie in der Regendarstellung zu sehen sind, sind auch im Pegel-Diagramme ersichtlich. Der Boden ist eben bereits regelmässig gesättigt und die Empfindlichkeit des Wasserspiegels gegen das Hinzukommen von Regenmassen ist in normaler Weise bereits so gesteigert, dass sich der Pegelstand in der elastischesten Weise dem Regen-Diagramme anschliesst.

Die kleinen Regen in der ersten Dekade des April verursachen trotz ihrer Kleinheit schon parallele Staffeln im Pegel-Diagramm, während, wie wir gesehen haben, die dreimal so grossen Regen zu Ende Februar sich nur verschwommen ausdrücken.

Die Regen des April steigern den Wasserstand bis etwa $^3/_4$ *m* über Null zu Ende April. Von hier würde der Wasserstand wieder abnehmen und sich im Mai verflachen, wenn im Mai keine Regen nachkommen würden.

Da aber schon in der ersten Dekade des Mai neue Regen kommen, so bauen sie auf dem Aprilwasserstand eine neue Wasserwelle auf, wodurch der Wasserstand auf $1^1/_2$ *m* über Null gehoben wird. Er sinkt dann sofort, da keine Regen nachkommen, spiegelt aber selbst die so geringfügigen Regen in der Mitte der zweiten Dekade des Mai getreulich mit der Genauigkeit eines feinfühligen Instrumentes genau wieder, worauf er weiter fällt.

Schneeschmelzwässer bringen die Etsch am Beginne der dritten Dekade des Mai zu einem gelinden Ansteigen, die Regen aus der Mitte dieser Dekade lassen den Wasserstand kräftiger ansteigen.

Die Serien von Regentagen in den folgenden Monaten erzeugen ganz parallele Wasserwellen, so dass jeder Regentag, jede Regenhöhe im Pegel-Diagramm deutlich wiedergespiegelt erscheint.

Die Raschheit der Verbindung zwischen Regen und Wasserstand ist eine überraschende, wenn man bedenkt, dass das Regenwasser aus meilenlangen Thälern durch tausende und abertausende Gräben, Bäche und Seitenzuflüsse gesammelt werden muss, um in den Hauptfluss zu gelangen, wozu doch eine gewisse Zeit nöthig ist.

Das Regenwasser, welches direct aus den Wolken in das Flussbett gelangt, ist in Anbetracht der geringen Fläche des Flussbettes im Vergleich zum ganzen Niederschlagsgebiet nur sehr unbedeutend und übt daher auf den Wasserstand des Flusses nur einen minimalen Einfluss aus. Dies ist umso einleuchtender, wenn man bedenkt, dass selbst die grössten Tages-Niederschläge von 100 *mm* und mehr sich am Wasserspiegel des Flusses nicht aufbauen können, sondern während des Regens viel rascher flussabwärts abfliessen, als sie vom Himmelwasser Zuschuss erhalten.

Um sich eine annähernde Vorstellung vom Abflusse der Regenwässer im alpinen Etsch-Becken zu bilden, ist es nothwendig, sich das ganze Niederschlagsgebiet der Etsch und ihrer Seitenzuflüsse in einzelne Theilbecken abzutheilen, in jedem Theilbecken den durchschnittlichen Weg der Zuflusswässer zu schätzen, sowie den weiteren Verlauf der Wässer aus jedem Theilbecken flussabwärts zu verfolgen. Wir theilen uns daher das Niederschlagsgebiet der Etsch, wie dies in der Tafel 41 ersichtlich ist, in folgende Theilgebiete:

1. Das Gebiet der Eisack vom Quellgebiet angefangen bis zur Vereinigung mit der Rienz, ungefähr also bis Brixen. Die Mitte dieses Gebietes ist beiläufig in Sterzing (940 *m* über Meer). Die Wasserscheide ist bis 2530 *m* über Meer daher die durchschnittliche mittlere Höhe des Gebietes 1735 *m* über Meer. Die Fläche dieses Gebietes beträgt 890 km^2.

Stellt man sich annähernd die Form des Gebietes als Kreis dar, so würde derselbe einen Durchmesser von 17 *km* besitzen. Der mittlere Weg, den die Regenwässer zurücklegen müssen, um aus diesem Gebiete zum Centrum desselben, also nach Sterzing zu gelangen, beträgt sonach $8^1/_2$ *km*.

2. Das Gebiet der Rienz von der Wasserscheide bis zur Vereinigung mit der Eisack bei Brixen. Dieses Gebiet misst 2512 km^2, seine Wasserscheide ist im Mittel 2450 *m* über Meer gelegen, sein Mittelpunkt, nämlich Bruneck, liegt 868 *m* über Meer, daher das ganze Gebiet durchschnittlich 1660 *m* über Meer.

Als Kreis dargestellt hat die Fläche einen Radius von 28 *km*, die mittlere Entfernung, welche die Niederschlagswässer zurücklegen müssen, um nach Bruneck zu gelangen, beträgt 14 *km*.

Der Weg, welchen die Wässer weiter flussabwärts von Bruneck bis zur Vereinigung mit der Eisack bei Brixen zurückzulegen haben, beträgt 39 *km*.

Hier treffen auch die Wässer der Eisack nach einem Laufe von 33 *km*, von Sterzing an gemessen, ein.

3. Das Eisack-Gebiet von Brixen bis zur Einmündung in die Etsch bei Sigmundskron mit Ausschluss des Niederschlagsgebietes der Talfer.

Der beiläufige Mittelpunkt dieses 39 km^2 messenden Gebietes ist in Kastelruth. Die Wasserscheide liegt 2020 *m* über Meer, Kastelruth 1035 *m* über Meer, daher die mittlere Höhe des Gebietes 1530 *m* über Meer.

Die Wässer dieses Gebietes müssen 7 *km* zurücklegen, um in die Eisack zu gelangen.

Dieses Gebiet liegt mit 900 km^2 am linken und mit 239 km^3 am rechten Ufer der Eisack. Der Weg von Brixen bis Sigmundskron beträgt 48 *km*.

4. Das Gebiet der Talfer. Sein Mittelpunkt liegt beiläufig in Sarenthein und misst 489 km^2; die Wasserscheide liegt 2010 *m*, Sarenthein 970 *m*, daher das Gebiet im Mittel 1490 *m* über Meer. In Kreisform dargestellt beträgt der Radius desselben 12 *km*, so dass die Regenwässer 6 *km* zurückzulegen haben, um nach Sarenthein zu gelangen.

Der Weg von Sarenthein bis zur Einmündung der Talfer in die Eisack bei Bozen misst 19 *km*.

5. Das Gebiet der oberen Etsch von den Quellseen bis zur Einmündung der Eisack bei Sigmundskron. Es misst 2992 km^2, seine Wasserscheide liegt 2490 *m*, sein Mittelpunkt etwa in Latsch 643 *m*, daher im Mittel das ganze Gebiet 1710 *m* über Meer.

Als Kreis dargestellt beträgt dessen Radius 31 *km*, daher der mittlere Weg der Niederschlagswässer bis Latsch 15·5 *km*. Die Distanz von Latsch nach Sigmundskron beträgt 56 *km*.

6. Das Gebiet der Etsch von Sigmundskron bis Trient mit Ausschluss des Noce und des Avisio misst 681 km^2, wovon 320 auf das rechte, 361 auf das linke Etsch-Ufer entfallen.

Seine Wasserscheide liegt 1140 *m*, das Gebiet im Mittel 680 *m* über Meer. Die Mitte desselben liegt beiläufig in Neumarkt.

Die Distanz von Sigmundskron bis Trient misst 56 *km*.

7. Das Gebiet des Noce misst 1570 km^2, seine Wasserscheide liegt 2275 *m*, sein Mittelpunkt (Malè) 771 *m*, daher das Gebiet im Mittel 1520 *m* über Meer.

Als Kreis dargestellt beträgt sein Halbmesser 22 *km*, daher der mittlere Weg der Niederschlagswässer von der Wasserscheide bis Malè 11 *km*. Von da abwärts bis zur Einmündung des Noce in die Etsch bei Zambana beträgt die

Entfernung 36 *km* und von dieser Einmündungsstelle bis zur Stadt Trient weitere 9 *km*.

8. Das Gebiet des Avisio misst 1127 km^2; seine Wasserscheide liegt 2085 *m*, sein Mittelpunkt (Cavalese) 990 *m*, daher das Gebiet im Mittel 1540 *m* über Meer.

Als Kreis dargestellt beträgt sein Halbmesser 19 *km* und der mittlere Weg der Niederschlagswässer von der Wasserscheide bis Cavalese 9·5 *km*.

Die Distanz von Cavalese bis zur Einmündung des Avisio in die Etsch unterhalb Lavis beträgt 40 *km* und bis zur Stadt Trient weitere 4 *km*.

Die Distanzen, welche alle diese Wässer in ihrem Lauf zurückzulegen haben, sind übersichtlich in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Uebersicht der von den Niederschlägen im alpinen Etsch-Gebiete zurückzulegenden Wegdistanzen in Kilometer.

Name des Ortes	Rienz	Obere Eisack bis Brixen	Obere Etsch bis Sigmundskron	Untere Eisack bis Sigmundskron	Talfer	Noce	Avisio	Mittlere Etsch zwischen Sigmundskron und Trient
(Quellgebiet)	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
Bruneck	14·0							
Sterzing		8·5						
Brixen	53·0	41·5						
Sarenthein					6·0			
Latsch			15·5					
Sigmundskron	101·0	89·5	71·5	31·0	30·0			
Malè						11·0		
Cavalese							9·5	
Neumarkt								
Trient	157·0	145·5	127·5	87·0	86·0	56·0	56·5	30·0

Von diesen Distanzen, vom Gefälle der einzelnen Flussstrecken und den übrigen Factoren hängt die Geschwindigkeit ab, mit welcher die Niederschlagswässer der einzelnen Gebiete der Etsch zufliessen und auf deren Wasserstand einzuwirken beginnen.

Diese Geschwindigkeit wird selbstverständlich bei grossen Niederschlägen, welche ein Anschwellen aller Bach- und Flussläufe, daher auch eine grössere Wassertiefe (hydraulische Tiefe) derselben verursachen, eine weit grössere sein müssen als bei kleinen Regengüssen, die bloss träge fliessende Niederwasserstände erzeugen.

Sind jedoch durch lang andauernde, wenn auch kleine Regen die Wasserstände aller Flüsse und Bäche bereits gestiegen, ist der Gebirgsboden bereits mit Wasser getränkt, so dass die Aufsaugung keine Rolle mehr spielt und haben sich in sonst trockenen Gebirgsgräben bereits regelrechte, mitunter mächtige Wasserläufe gebildet, dann gelangen auch kleine Niederschläge rasch in die Hauptbäche und in die Etsch und geben sich sehr bald im Pegel-Diagramme zu erkennen, wie dies bereits besprochen wurde.

Die Geschwindigkeiten, welche die Niederschläge zur Zeit der grössten Hochwässer in den einzelnen Theilbecken annehmen, um bis Trient zu gelangen, sind aus der nachfolgenden Zusammenstellung zu entnehmen.[1]

Uebersicht der Zeit, welche die grössten Niederschläge zur Zeit der maximalen Hochwasserstände bedürfen, um die einzelnen Theilstrecken zu durchlaufen.

Name des Ortes	Rienz	Obere Eisack bis Brixen	Obere Etsch bis Sigmundskron	Untere Eisack bis Sigmundskron	Talfer	Noce	Avisio	Mittlere Etsch zwischen Sigmundskron und Trient
	Stunden							
(Quellgebiet)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bruneck	15							
Sterzing		$8^1/_2$						
Brixen	$17^1/_2$	$12^1/_4$						
Sarenthein					9			
Latsch			16					
Sigmundskron	21	$15^3/_4$	$20^1/_4$	11	$10^3/_4$			
Malè						12		
Cavalese							11	
Neumarkt								6
Trient	$25^3/_4$	$20^1/_2$	25	$15^3/_4$	$15^1/_2$	$15^1/_4$	$14^1/_4$	$8^3/_4$

Die grössten Niederschläge bedürfen daher, um von den Wasserscheiden im Hochgebirge bis Trient zu gelangen $8^3/_4$ bis $25^3/_4$ Stunden. Den kürzesten Weg haben die Wässer aus dem Gebiete der Etsch zwischen Sigmundskron und der Noce-Mündung zurückzulegen, was eine Folge der nur kurzen Seitenthäler dieses Gebietes ist. Die Wässer aus den Gebieten der oberen Etsch und der Rienz oberhalb Sigmundskron bis zum Reschenscheideck und der Wasserscheide gegen die Drau bedürfen einer nahezu gleichen Zeit von etwa 25 Stunden, um bis Trient zu gelangen. Hingegen sind die Wässer der oberen Eisack oberhalb Brixen schon in $20^1/_2$ Stunden in Trient.

Ebenso ist die Zeit, welche die Wässer des Avisio und des Noce bedürfen, um nach Trient zu kommen, nahezu gleich und beträgt etwa 15 Stunden.

Bei dieser grossen Geschwindigkeit ist es erklärlich, dass die ausserordentlichen Niederschläge des Hochgebirges sich so äusserst rasch im Etsch-Thale zwischen Bozen, Trient und Roveredo ansammeln, bzw. die Wasserstände der Etsch so rasch zu den bedeutendsten Höhen ansteigen.

Bedenkt man aber, dass es im Etsch-Gebiete innerhalb 24 Stunden 100 *mm* Regen geben kann und dass dieser Regen auch nicht auf die volle Tageslänge, sondern eine oft weit kleinere Zeit vertheilt ist, dass schliesslich nur 25 Stunden nöthig sind, um in Trient die Niederschläge vom Reschenscheideck, Brenner, Marmolata, Ortler etc. ankommen zu sehen, so ist es erklärlich, wie rasch und empfindsam die Etsch-Pegel jede Regenschwankung wiederspiegeln.

Mit diesen annähernden Berechnungen der Zeitdauer für den Abfluss der Niederschläge stimmen auch andere Forschungen des Verfassers überein.

In den Tafeln 42 und 43 sind die Pegel-Diagramme von Pfatten und Sigmundskron für die grössten bekannten Hochwässer der Jahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 dargestellt und mit den Niederschlagsbeobachtungen der oberhalb gelegenen meteorologischen Stationen in Vergleich gesetzt.

Daraus ist ersichtlich, welch geringer Zwischenraum den Zeitpunkt des Fallens der Niederschläge vom Steigen der

[1] Nach einer übersichtlichen Zusammenstellung des Stadtbauamtes in Trient (verfasst vom Herrn Wasserbau-Ingenieur Apollonio).

betreffenden Pegel trennt, sowie auch, wie innig Niederschläge und Pegelstände mit einander verbunden sind.

Derartige Zusammenstellungen versuchte der Verfasser für alle wichtigsten Pegel und alle vorhandenen Beobachtungsdaten über den Regenfall. Ueberall zeigt sich dieselbe treffendste Uebereinstimmung und überall, wo eine Störung ausnahmsweise vorhanden ist, war sie durch locale Ursachen sofort erklärt.

Um sich ein deutliches Bild vom Fortschreiten der Hochwasserwelle flussabwärts machen zu können, wurden in der Tafel 41 für jedes der Hochwasserjahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 die Pegelstands-Diagramme der Hochwasserzeit für die Pegel in Sigmundskron, Pfatten, St. Michele, Trient und Calliano derart übereinander gelegt, dass die die Zeit darstellenden Abscissen, sowie die Pegelnullpunkte zusammenfallen.

Vergleichen wir nur die drei Pegelstationen Sigmundskron, St. Michele und Calliano, so sehen wir, dass überall die Hochwassercurve von Sigmundskron am meisten links liegt, während diejenigen von St. Michele und Calliano nach einander gegen rechts folgen, das heisst relativ später zur Entwicklung gelangen.

Eine einzige Ausnahme hievon sehen wir im Hochwasser-Diagramm des Jahres 1882, wo die Sigmundskroner Curve die Pegelcurven der unterhalb gelegenen Orte weitaus überragt. Dieser besondere Umstand ist durch den im Jahre 1882 erfolgten Einbruch der Eisack in die Etsch, die Rückstauung der Etsch durch den viele Meter hohen Geschieberücken im Bette derselben und den hiedurch entstandenen sogenannten Sigmundskroner See vollkommen aufgeklärt. Es ist also die Regel selbst durch diese Ausnahme bestätigt.

Dieser Unterschied in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Hochwasserwellen müsste sich selbstverständlich auch in den Culminationen der Hochwässer ausdrücken und im allgemeinen muss die Culmination an einem flussabwärts gelegenen Punkte später eintreten als an dem flussaufwärts gelegenen Pegel.

Dies sehen wir auch in der Regel in den besprochenen Diagrammen bestätigt. So culminiert im Jahre 1888 die Etsch bei Sigmundskron am 11. September, bei Calliano am 12. September und bei Trient dazwischen.

Im Jahre 1889 culminiert die Etsch bei Sigmundskron am 29. October, bei Calliano am 30. October und bei Trient wieder dazwischen. Dies ist jedoch nur insoweit die Regel, als an der Einmündungsstelle grosser Seitenzuflüsse die Continuität durch den verschiedenen Zeitpunkt der Culmination des Wasserstandes der Seitenbäche modificiert wird. So kann beispielsweise durch starke Regengüsse im Avisio und Noce-Gebiet die Etsch bei Trient früher den Culminationspunkt erreichen, als ein oberhalb gelegener Punkt, weil die Wässer dieser zwei mächtigen Seitenzuflüsse, wie wir gesehen haben, schon in etwa 15 Stunden in Trient eintreffen, währenddem die Wässer der oberen Etsch und der Rienz fast 25 Stunden, also 10 Stunden mehr benöthigen, um in Trient anzulangen. In diesen 10 Stunden kann aber die Culmination des Avisio und Noce schon längst vorüber sein.

Aus den vorliegenden Diagrammen, welche nur zur allgemeinen Uebersicht dienen sollen, kann selbstverständlich der genaue Zeitabstand der Culminationen der Hochwasserwellen in den dem Flusslauf folgenden Pegelstationen nicht genau bestimmt werden.

Hiezu wären genauere stündliche Diagramme erforderlich, welche womöglich mit selbstregistrierenden Pegelapparaten aufgenommen werden müssten.

Solche Curven sind noch wenige vorhanden und es wird Aufgabe der Zukunft sein, das diesbezügliche Materiale zu ergänzen. Aus dem Vergleiche derartiger Curven wird es dann möglich sein, selbst die Wirkung einzelner Dammbrüche zu schätzen.

106. Capitel.

Vergleich der maximalen Hochwasserstände der Etsch mit den Jahressummen der Niederschläge.

Die Jahressummen der Niederschläge vertheilen sich auf die einzelnen Monate und man sollte deshalb zu vermuthen berechtigt sein, dass in denjenigen Jahren, in denen die Jahressumme der Niederschläge Maxima erreicht, auch die Niederschlagssummen der einzelnen Monate des Maximaljahres, bezw. die entscheidenden Regenperioden (5 bis 10 Tage) ebenfalls Maximalwerte den anderen Jahren gegenüber erreichen werden. In diesem Falle müssten auch die Maxima der Hochwasserstände der Etsch in denjenigen Jahren eintreten, in denen die Jahresniederschlagssummen ein Maximum erreichen.

In der That zeigen auch die Jahresniederschlagssummen einen innigen Zusammenhang mit den maximalen Hochwasserständen, wenn derselbe auch nicht sofort in die Augen springt, bei näherer Betrachtung sehr deutlich, trotzdem dieser innige Zusammenhang noch durch einen anderen Umstand, nämlich die ungleichmässige Vertheilung der Jahresniederschläge auf die einzelnen Monate wesentlich modificiert wird.

In Tafel 39 erscheinen die Niederschlags-Beobachtungen der meteorologischen Station Marienberg und die Pegelstände der Etsch bei Neumarkt in der Zeit vom Jahre 1857 bis zum Jahre 1890, also innerhalb einer Periode von 34 Jahren in Vergleich gezogen.

Die Curve XI stellt die maximalen Hochwasserstände der einzelnen Jahre, die Curve XIV die jährlichen Niederschlagssummen der Station Marienberg dar.

Beide Curven zeigen etwa 10 Maxima und ebensoviel Minima auf und schwanken in kleinen Perioden von 2 bis 6 Jahren von Maximum zu Maximum oder von Minimum zu Minimum.

Von einem Maximum zum nächsten Minimum oder von einem Minimum zum nächsten Maximum verfliessen ungleichmässig lange Perioden von 1 bis 3 Jahren, im Durchschnitte etwas über $1^1/_2$ Jahre. Am häufigsten ist die einjährige Schwankung von Minimum zum Maximum und umgekehrt, das heisst, wenn in einem Jahre ein dem vorherigen Jahre gegenüber hoher Wasserstand oder eine ebensolche Jahresniederschlagssumme erreicht wurde, so tritt in dem nächstfolgenden Jahre ein niedriger Maximalwasserstand und eine niedrige Jahresniederschlagssumme sehr häufig ein.

Dieses Schwanken in zweijährigen Perioden vom Maximum zum nächsten Maximum sehen wir bei der Curve XIV der Jahresniederschlagssummen sehr deutlich in den Jahren 1858, 1860, 1862, weiters in den Jahren 1878, 1880, 1882, dann in den Jahren 1886, 1888 und 1890.

Der Uebergang vom Minimum zum Maximum oder umgekehrt in den unmittelbar aufeinander folgenden Jahren ist bei der Curve der maximalen Hochwasserstände XI in den Jahren 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1868, 1869, 1870, 1871, 1881, 1882, 1885 und 1886, also in etwa einem Drittel der Fälle zu bemerken.

Es kommen aber auch längere Perioden vor. So braucht in der Curve XIV das Minimum des Jahres 1863 nichts weniger als 4 Jahre, um das Maximum im Jahre 1867 zu erreichen; von da an bis zum nächsten Minimum im Jahre 1871 verfliessen wieder 4 Jahre, so dass die ganze Zeitdauer von Minimum zu Minimum nichts weniger als 8 Jahre

beträgt. Sodann folgt schon im nächsten Jahre das ganz ungewöhnliche Maximum des Jahres 1872 und im unmittelbar darauffolgenden Jahre 1873 schon wieder ein tiefes Minimum. Diese letztere Welle ist also viermal so breit und zweimal so hoch, als die vorletzt genannte der Periode 1863 bis 1871.

Vom Jahre 1875 bis zum Jahre 1879 befestigt sich wieder eine breite, mittelhohe Welle, worauf wieder lebhafter schwankende höhere Wellen beginnen.

Die höchsten Jahresniederschlagssummen waren nach dieser Curve (XIV) in den Jahren 1860, 1867 (1868), 1872, 1877, 1880, 1882, 1885 und 1888. Von diesen war die weitaus höchste im Jahre 1872 mit 1141 *mm*, die nächsthöchste im Jahre 1888 mit 993 *mm*, die dritthöchste im Jahre 1860 mit 918, die vierthöchste im Verlaufe der letzten 34 Jahre diejenige des Jahres 1889 mit 912 *mm* und erst die fünfthöchste diejenige des berüchtigten Hochwasserjahres 1882 mit 906 *mm*.

Die Jahresniederschlagssumme der Hochwasserkatastrophe des Jahres 1868, der grössten in neuerer Zeit vor dem Jahre 1882, ist im Verlaufe der letzten 34 Jahre die neunte in der Zahl der Maxima, also nahezu die letzte.

Betrachten wir in derselben kritischen und durch nichts voreingenommenen Weise auch die Curve der maximalen Pegelstände der Etsch bei Neumarkt, das ist die Curve XI, so sehen wir seit den Jahren 1881 bis 1889 ein anhaltendes hohes Ansteigen derselben. Hier liegen die höchsten 6 Wasserstände der ganzen 34-jährigen Periode, nämlich diejenigen der Jahre 1882, 1883, 1884, 1885, 1888 und 1889 und selbst die Depressionen der Jahre 1886 und 1887 sind nur relativ und überragen noch weitaus die Pegelstände der zwei früheren Decennien.

Relativ niedriger als die Hochwasserstände des Decenniums 1880—1890 sind die Pegelstände des Decenniums 1870—1880 und am allertiefsten diejenigen des Decenniums 1860—1870.

Es haben sich daher die maximalen Hochwasserstände der Etsch am Neumarkter Pegel in den letzten 30 Jahren von Decennium zu Decennium ganz zweifellos gehoben.

Diese Thatsache steht nicht nur für den Neumarkter Pegel fest, sondern auch für andere Pegel. So ist aus Tafel 40 zu entnehmen, dass die Jahresmaxima der Hochwasserstände der Etsch am Trienter Pegel im Decennium 1860—1870 3·70 *m* über Null, im folgenden Decennium 1870—1880 schon 3·75 *m* und im nächstfolgenden Decennium 1880—1890 4·03 *m* über dem Nullpunkt dieses Pegels im Mittel betrugen.

Betrachten wir die Jahressummen der Niederschläge derselben Perioden an der Station Marienberg, wie dieselben aus der nachstehenden Uebersicht zu entnehmen sind, so ergibt sich, dass das Mittel der Jahresniederschlagssummen im Decennium 1860 bis inclus. 1869 . . 675 *mm*
1870 „ „ 1879 . . 726 *mm*
1880 „ „ 1889 . . 740 *mm* betrug.

Es ist daher in den letzten drei Decennien das Mittel der Jahresniederschlagssummen von Decennium zu Decennium wie aus der obenstehenden Tabelle ersichtlich, continuierlich gestiegen.

Hieraus ergibt sich die sehr wichtige Thatsache, dass zwischen der Zunahme der maximalen Hochwasserstände auch die Zunahme der Jahresniederschlagsmengen Hand in Hand gegangen ist, ein Umstand der selbstverständlich zur Erklärung der Ursachen der Hochwasserstände des letzten Decenniums mit herangezogen werden muss.

Der Parallelismus zwischen der Curve der maximalen Hochwasserstände und derjenigen der Jahresniederschlagssummen lässt sich aber noch weiter verfolgen, und zwar bezüglich der Maxima der Wasserstandscurve XI.

Uebersicht der Jahresniederschlags-Summen der Station Marienberg in den Jahren 1860 bis 1890.

Jahr	Niederschlag in *mm*	Jahr	Niederschlag in *mm*	Jahr	Niederschlag in *mm*
1860	929	1870	596	1880	844
1861	544	1871	508	1881	558
1862	729	1872	1141	1882	906
1863	454	1873	655	1883	653
1864	531	1874	658	1884	465
1865	679	1875	622	1885	760
1866	648	1876	838	1886	745
1867	863	1877	788	1886	590
1868	842	1878	843	1888	892
1869	619	1879	612	1889	1083
Summe aus 10 Jahren	6749		7261		7496
Mittel aus 10 Jahren	675		726		749

Im allgemeinen nämlich entspricht jedem Maximum der Curve XI der Höchstwasserstände des Jahres auch ein Maximum der Jahresniederschlagssummen, Curve XIV.

So treffen in folgenden Jahren solche Maxima zusammen:

In den Jahren 1860, 1862, 1868 (1867), 1882, 1885 und 1888 (1889).

Dem grössten Maxima der Curve XI der Wasserstände entsprechen aber nicht immer die grössten Maxima der Niederschlagssummen, wie dies bereits erwähnt worden ist.

So war der Pegelstand im Jahre 1885 grösser als derjenige des Jahres 1882, während die Niederschläge sich umgekehrt verhalten. Hingegen fallen die ganz ausserordentlichen Jahresniederschlagssummen der Jahre 1888 und 1889 auch mit den grössten Pegelständen dieser Jahre frappant zusammen.

Diese Differenzen sind aber unbedeutend und vermögen nicht das Zusammengehen beider Curven in Zweifel zu stellen.

Eine auffällige Discordanz finden wir aber in den Jahren 1871, 1872 und 1873. Während in diesen drei Jahren die Niederschlagscurve jählings hinaufschiesst und die grösste überhaupt bekannte Höhe in weitaus hervorragender Weise erreicht, zeigt die Pegelcurve XI kein auffälliges Verhalten.

Wie ist nun diese Discordanz zu erklären?

Dies ist in folgender Weise aufgeklärt.

Im Jahre 1871 war an der Etsch im Inn-, Ziller- und Puster-Thale, ferners im Rhein-Thale ein grosses Hochwasser, welches bei Trient die Höhe von 4·71 *m* über Null erreichte. Da aber eben bei Neumarkt und an anderen Stellen Dammbrüche vorkamen, wodurch das ganze Thal unter Wasser kam, so trat bei Neumarkt eine Depression des Wasserstandes ein, so dass derselbe eigentlich noch höher angestiegen wäre, als dies in der Curve XI eingetragen ist, wo er etwa 3·20 *m* über Null erreicht.

Diesem hohen Pegelstande gegenüber zeigt die Niederschlagscurve XIV ein sehr tiefes Minimum, also eine vollständige Discordanz.

Die Erklärung liegt darin, dass das Hochwasser des Jahres 1871 zum grössten Theile durch rasche Schneeschmelze in den Tagen vom 16. bis zum 19. Juni zu ganz ungewöhnlicher Weise entstand und daher auch in der Niederschlagssumme nicht zum Ausdruck kommen kann.

Im Jahre 1872, wo die Jahresniederschlagssumme das grösste bekannte Maximum von 1141 erreicht, herrscht am Etsch-Pegel in Neumarkt zwar im allgemeinen ein immerhin hoher Wasserstand von etwas unter 3 *m* und bei Trient sogar von 4 *m*, dieser Stand bildet aber kein Maximum, also wieder eine Discordanz. Aber auch diese Ausnahme ist vollkommen

erklärt, wenn man einen Blick in die Vertheilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate des Jahres wirft und dieselbe mit den Mitteln der monatlichen Niederschlagssummen aus den Jahren 1857 bis 1890 vergleicht. Es ergibt sich daraus folgendes:

Monat des Jahres 1872	Niederschlags-Summe in *mm*	Mittel aus 34 Jahren	Niederschlag dem Mittel gegenüber	
			mehr um	weniger um
Jänner	63	33	30	—
Februar	36	27	9	—
März	79	37	42	—
April	96	46	50	—
Mai	145	66	79	—
Juni	65	66	—	1
Juli	47	86	—	29
August	162	86	76	—
September	82	88	—	6
October	162	79	83	—
November	44	56	—	12
December	160	41	119	—
Im Jahre	1141	712	—	—

Die Regenvertheilung auf die einzelnen Monate war daher im Jahre 1872 eine ganz abnorme. Im Monate September, in dem gewöhnlich hohe Wasserstände vorkommen, regnete es weniger als dem 34-jährigen Mittel entspricht. Hingegen fielen gewaltige Niederschläge in den Monaten Mai, August, October und December, und zwar der Reihe nach 145, 162, 162 und 160 *mm*, also um 79, 76, 83 und 119 *mm* über das 34-jährige Mittel.

Die Regenmengen waren daher im Jahre 1872 so gleichmässig über das ganze Jahr vertheilt, wie es nur äusserst selten vorkommt überdies aber waren die ausgiebigsten Niederschläge zeitlich weit voneinander getrennt, so dass sich die eine Hochwasserwelle schon merklich verflacht hatte, bevor die zweite folgte. Die Wässer liefen also trotz des enormen Jahresniederschlages, der seinesgleichen in Marienberg seither und früher nicht erreicht hatte, ruhig ab und das Etsch-Thal hatte im Jahre 1872 eine ausserordentliche Hochwasserkatastrophe nicht zu beklagen.

Eine zweite Discordanz zeigt sich in den Jahren 1879 und 1880.

Im Jahre 1879 ist die Jahressumme des Niederschlages in Marienberg klein und steht im Minimum der Curve XIV, während der Wasserstand am Neumarkter Pegel $3^1/_2$ *m*, am Trienter Pegel sogar über 4 *m* erreicht.

Dieses Hochwasser fand am 26. Juni 1879 statt, während in Marienberg die Monatssumme des Juni-Niederschlages bloss 42 *mm*, also um 22 *mm* weniger, als das Mittel aus 34 Jahren beträgt. Die Regen im Juni sind in Marienberg verschwindend, es fielen am 18. Juni ca. 10 und erst am 26. Juni $17^1/_2$ *mm* Regen.

Ebenso fielen in den Beobachtungs-Stationen St. Martin, St. Michele, Corredo, Berghof Faëdo nur ganz unbedeutende Niederschläge. Es läge die Versuchung nahe, dieses Hochwasser der Gletscherschmelze zuzuschreiben, welche im Juni sehr bedeutend sein kann. Allein hier liegt der Grund wo anders.

Untersucht man nämlich die Niederschlags-Beobachtungen aus dem Eisack- und Rienz-Thale, nämlich Brixen und Toblach, so findet man, dass in Brixen am 24. Juni 10, am 25. Juni aber 64 *mm*, ebenso auch in Toblach nennenswerte Regenmengen am 24. und 25. Juni fielen und die Monatssummen der Niederschläge in Brixen und Toblach im Juni 141, bezw. 106 *mm* betrugen, wodurch das Hochwasser der Etsch genügend erklärt ist.

Dass aber ein Tag vergieng zwischen diesen Regen und der Culmination am Pegel von Neumarkt, stimmt mit dem langen Weg überein, den diese Wässer zurückzulegen hatten.

Die Station Marienberg war also an dem Hochwasser des Jahres 1879 gar nicht betheiligt, daher die Discordanz nur scheinbar ist und das Zutreffen der allgemeinen Regel des Zusammenhanges der Jahresniederschlagssummen mit den maximalen Hochwasserständen nicht erschüttert.

Endlich finden wir im Jahre 1880 ein Maximum der Jahresniederschlagssumme mit 844 *mm*, während der Pegelstand ein Minimum zeigt. Dieser höchste Pegelstand des Jahres 1880 trat aber im September ein, in welchem Monate bloss 80 *mm* Regen, also um 8 *mm* weniger fielen, als dem 34-jährigen Mittel entspricht, während im Juni 153, im October 97 und im November 121 *mm* fielen, was den 34-jährigen Mitteln von 66, 79 und 56 *mm* gegenüber sehr bedeutende Mengen sind.

Es ist daher dieses Minimum durch eine gleichmässige Vertheilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate des Jahres erklärt.

Da jedoch der Vergleich einer einzigen Regenbeobachtungs-Station mit einer Pegelstation allenfalls noch nicht als genügende Bürgschaft für die Richtigkeit der erzielten Resultate angesehen werden könnte, hat der Verfasser in Tafel 40 die Pegelstände der Station Calliano mit den Jahresniederschlagssummen der meteorologischen Beobachtungs-Station Riva in Verbindung gebracht, was umso wertvoller ist, als diese letzte Station eine 20-jährige Beobachtungsreihe darbietet.

Hier begegnen wir den nämlichen Resultaten in noch klarerer Weise. Jedem Maximum und Minimum des maximalen Jahreswasserstandes der Etsch entspricht unfehlbar ein Maximum oder Minimum der Jahressumme des Niederschlages. Ebenso aber trifft das grösste Maximum des Pegelstandes im Jahre 1882 nicht mit dem grössten Maximum des Jahresniederschlages zusammen, vielmehr ist letzteres im Jahre 1872, in welchem Jahre wieder der maximale Pegelstand nicht sehr hoch ist.

Die Ursache dieser scheinbaren Discordanz liegt einfach in der verschiedenen Vertheilung der Jahressumme der Niederschläge auf die einzelnen Monate.

Im Jahre 1882 vertheilte sich nämlich der Regen ganz besonders auf die Monate September und October und erreichte in denselben die enormen Monatssummen von 373 und 250 *mm*, während die übrigen Monate verhältnismässig schwach bedacht wurden; im Jahre 1872 vertheilte sich die Jahressumme, welche die bisher unerhörte Höhe von 1842 *mm* erreichte, weit gleichmässiger auf alle Monate des Jahres. Es entfielen nämlich auf den:

Jänner	151 *mm*
Februar	53 *mm*
März	124 *mm*
April	145 *mm*
Mai	204 *mm*
Juni	122 *mm*
Juli	62 *mm*
August	224 *mm*
September	77 *mm*
October	311 *mm*
November	14 *mm*
December	285 *mm*

während der Durchschnitt aus dem 20-jährigen Mittel der Jahre 1870 bis 1889 sich herausstellt für den Monat:

Jänner	52 *mm*
Februar	56 *mm*
März	67 *mm*
April	114 *mm*
Mai	105 *mm*

und aus dem 21-jährigen Mittel der Jahre 1869 bis 1889 für den Monat:

Juni	105 *mm*
Juli	94 *mm*
August	94 *mm*
September	111 *mm*
October	128 *mm*
November	112 *mm*
December	78 *mm*

Trotzdem war jedoch der Pegelstand des Jahres 1872 immer noch ein bedeutender.

In der gleichen Weise wie früher finden wir aber auch ein allgemeines Anwachsen der Jahresniederschlagssummen im zweiten Decennium, nämlich im Zeitraum von 1880 bis 1889, in welchem das arithmetische Mittel aller Jahresniederschlagssummen 1186 *mm* gegenüber 1132 *mm* im Zeitraume 1870 bis 1879 beträgt.

Erwähnt muss noch werden, dass eine scheinbare Discordanz im Jahre 1886 vorhanden ist, indem dem Jahresniederschlags-Maximum von 1433 *mm* kein Maximum, sondern im Gegentheile ein Minimum des Pegelstandes entspricht.

Diese Discordanz ist aber vollkommen aufgeklärt durch die ganz abnorme Vertheilung der Jahresniederschlagssumme auf die einzelnen Monate.

Es entfielen nämlich auf den:

Jänner	152 *mm*
Februar	19 *mm*
März	51 *mm*
April	88 *mm*
Mai	92 *mm*
Juni	76 *mm*
Juli	113 *mm*
August	71 *mm*
September	90 *mm*
October	165 *mm*
November	193 *mm*
December	323 *mm*

Hier fällt insbesondere auf die enorme Niederschlagssumme im December mit 323 *mm*, die übrigens nicht nur in Riva, sondern beispielsweise auch in St. Michele mit 229 *mm* vorhanden war, welche aber, da sie im höheren Gebirge selbstverständlich in Form von Schnee fiel, einen Hochwasserstand selbstverständlich nicht verursachen konnte. Dasselbe gilt grösstentheils vom November mit einer Niederschlagssumme von 193 *mm*, welcher allerdings im Jahre 1886 am 9. November den maximalen Jahreswasserstand von 2·20 *m* am Pegel von Calliano verursachte, einen Wasserstand, der im Vergleiche zu den Nachbarjahren ein Minimum der Curve vorstellt. So waren also gegen 500 *mm* Regen unschädlich gemacht und der Rest der Jahressumme von 900 *mm* entspricht schon einem tiefen Minimum der Jahresniederschlagssummen-Curve, konnte also auch nur ein Minimum der Pegelcurve hervorbringen.

Wir sehen in dieser Regel, welche ebenfalls die Ausnahme bestätigt, eine neue Form der Modification des hohen Einflusses der Jahresniederschlagssumme auf den maximalen Pegelstand.

Um möglichst sicher zu gehen, hat Verfasser noch eine dritte Studie unter Zugrundelegung der 15-jährigen Beobachtungsresultate der meteorologischen Station St. Michele und der Pegelstände der Etsch in Trient angestellt, deren Resultate in Tafel 40 ersichtlich sind. Auch hier sieht man eine sehr schöne Uebereinstimmung der Jahressummen der Niederschläge mit den Höchstwasserständen der Etsch im Jahre. Die Maxima der Pegelcurve in den Jahren 1878, 1882, 1885 und 1888 stimmen mit den Maxima der Jahressummen der Niederschläge überein, so auch die Minima der Jahre 1881, 1884 und 1887.

Der höchsten Niederschlagssumme des Jahres 1878 von 1440 *mm* entspricht aber nicht das höchste Maximum des Pegelstandes, welches erst im Jahre 1882 eintrifft. Dieser Umstand ist wieder durch die verschiedene Vertheilung der Jahresniederschläge auf die einzelnen Monate erklärt. Diese Vertheilung erfolgte im Jahre 1878 in abnormer Weise auf die meisten Monate des Jahres, denn es entfiel auf den:

Jänner	60 *mm*
Februar	0 *mm*
März	120 *mm*
April	51 *mm*
Mai	178 *mm*
Juni	98 *mm*
Juli	140 *mm*
August	109 *mm*
September	189 *mm*
October	186 *mm*
November	274 *mm*
December	34 *mm*

Ueberdies entfiel ein grosser Theil des Jahresniederschlages, nämlich der November-Niederschlag mit 274 *mm*, auf eine Jahreszeit, in der er im Hochgebirge schon in fester Form fiel, daher auch zur Hebung des Wasserstandes nicht mehr voll in Anschlag gebracht werden kann. Immerhin erreichte dieser Wasserstand am 29. November 1878, also zu einer ganz ungewöhnlichen Zeit, am Trienter Pegel das Jahres-Maximum mit 4·40 *m*.

Die Jahresniederschlagssumme des Jahres 1882 betrug nur unbedeutend weniger als diejenige des Jahres 1878, nämlich 1369 gegenüber 1440 *mm*, hingegen war die Vertheilung auf die einzelnen Monate eine derartige, dass ein ungewöhnliches Maximum des Pegelstandes, nämlich das bisher bekannte grösste Maximum vom 17. September 1882 mit 6·24 *m* entstehen musste. Insbesondere fielen im September 1882 allein schon 427 *mm* Regen, eine Monatssumme, die weder früher noch später auch nur annähernd nicht erreicht worden ist. Hingegen fiel in den dem Monate des Maximalstandes vorhergehenden Monaten, nämlich im Juli und August, kaum die Hälfte der monatlichen Niederschläge des Jahres 1878.

Die Vertheilung des Regens auf die einzelnen Monate des Jahres 1882 war im ganzen folgende:

Jänner	4 *mm*
Februar	22 *mm*
März	52 *mm*
April	101 *mm*
Mai	55 *mm*
Juni	111 *mm*
Juli	67 *mm*
August	54 *mm*
September	427 *mm*
October	266 *mm*
November	62 *mm*
December	148 *mm*

Eine scheinbare Discordanz ist noch im Jahre 1879 zu verzeichnen, in welchem Jahre die Niederschlagssumme kein Maximum, immerhin aber die bedeutende Höhe von 1093 *mm* erreichte. Der Pegelstand am 26. Juni 1879 war zwar ebenfalls kein Maximum, aber immerhin weit grösser, als nach der Jahresniederschlagssumme erwartet werden sollte.

Die Ursache hievon liegt nicht in einer ungleichmässigen Vertheilung auf die einzelnen Monate, denn die Monatssumme des Niederschlages der Station St. Michele im Juni 1879 war eine sehr unbedeutende, nämlich bloss 54 *mm* und fielen

bloss am 24., 25. und 26. Juni je 6·8, 1·0 und 7·6 *mm* Regen, also ganz verschwindende Massen, sondern vielmehr, wie schon früher erwähnt wurde in dem Umstand, dass der hohe Pegelstand des 26. Juni 1879 durch die Niederschläge im oberen Eisack- und im Puster-Thale verursacht wurde, daher selbstverständlich in der Niederschlagscurve der Station St. Michele, die hieran ganz unbetheiligt war, nicht zum Ausdruck kommen konnte.

Zur Untersuchung des Umstandes ob die Jahresniederschlagssummen im Steigen oder Fallen begriffen sind, sind die arithmetischen Mittel diesmal nicht maassgebend, da die Periode von bloss 14 Jahren wohl zu klein sein dürfte, um ein verlässliches Urtheil zu bilden.

Immerhin mag bemerkt werden, dass das Jahresmittel der 6 Jahre 1876 bis incl. 1881 bloss 1020 *mm* betrug, während das Mittel der Jahressummen der Niederschläge in den 8 Jahren von 1882 bis incl. 1889 auf 1057 *mm* angestiegen ist. Es ist daher auch dieses Resultat mit den früheren in Uebereinstimmung.

Dies ist umso wichtiger, als in derselben Periode auch das Mittel der maximalen Jahreswasserstände der Etsch am Trienter Pegel sich ebenfalls gehoben hatte und beide Erscheinungen offenbar in causaler Verbindung stehen.

Es betrugen nämlich diese Pegelstände in der ersten Zeitperiode, das ist in den Jahren 1876 bis 1881, im Jahre:

1876	3·95 *m* über Null
1877	3·40 *m* „ „
1878	4·40 *m* „ „
1879	4·10 *m* „ „
1880	2·80 *m* „ „
1881	2·75 *m* „ „
Summe	21·40 *m*.

6-jähriges Mittel 3·567 *m*.

In der zweiten Periode 1882 bis 1889 betrugen die maximalen Pegelstände in Trient im Jahre:

1882	6·24 *m* über Null
1883	2·85 *m* „ „
1884	2·80 *m* „ „
1885	5·75 *m* „ „
1886	2·75 *m* „ „
1887	3·25 *m* „ „
1888	5·65 *m* „ „
1889	5·25 *m* „ „
Summe . .	34·54 *m*.

8-jähriges Mittel 4·317 *m*.

Die Hochwasserstände in Trient sind daher seit dem Jahre 1882 im Mittel von 3·567 *m* über Null auf 4·317 *m* über Null, somit um 0·75 *m* gestiegen, was zunächst eine Folge der allgemeinen Zunahme der Jahresniederschlags-Summe ist.

Ob hiezu auch die bessere Concentrierung der Hochwässer, welche sich früher über das ganze Etsch-Thal ergossen, jetzt aber durch die der Vollendung entgegengehenden Etsch-Regulierungsarbeiten besser eingefasst sind, beigetragen hat, könnte mit Sicherheit erst dann gesagt werden, wenn die Wirkung der allgemeinen Eintiefung des Flussschlauches seit der Regulierung in Abschlag gebracht würde. Da diese notorische Eintiefung sich erst jetzt allgemein auszubilden begann, so sind diesbezüglich noch keine genügenden Beobachtungsdaten vorhanden. Es ist aber nicht unmöglich, dass die vergrösserte Geschwindigkeit der Etsch im regulierten Bette, sowie die bedeutende Eintiefung der Flussohle die Wirkung der Concentrierung und die damit nothwendigerweise verbundene Hebung der Hochwasserstände ausgleichen.

Selbstverständlich wird hier von der Senkung des Hochwasserspiegels durch die zahlreichen Dammbrüche, die früher regelmässig vorkamen, abgesehen, denn, wenn man den Vortheil des Schutzes vor Ueberschwemmungen geniessen will, darf man selbstverständlich nicht auch den Genuss des etwas gesenkten Hochwasserstandes, der bei Dammbrüchen eintritt, auch noch beanspruchen wollen, wie es von Laien oft gehört wird.

Fasst man diese kritischen Erörterungen über den Zusammenhang der Jahressummen der Niederschläge mit den maximalen Pegelständen im Jahre zusammen, so ergeben sich folgende Thatsachen:

1. Die Jahresniederschlags-Summen im Etsch-Gebiete hängen mit den grössten Jahreswasserständen des Flusses auf das innigste zusammen.

2. In der Regel entspricht jedem Maximum oder Minimum der Jahresniederschlags-Curve ein Maximum oder Minimum der Pegelmaxima-Curve.

3. Die absoluten Höhen dieser Maxima oder Minima stimmen mit den absoluten Höhen der Pegelmaxima oder -Minima nicht soweit überein, dass einem grösseren oder kleineren Maximum oder Minimum der einen Curve auch ein grösseres oder kleineres Maximum der anderen Curve entsprechen würde. Einem säcularen Pegelmaximum entspricht nicht immer ein säculares Maximum der Jahresniederschlags-Summe und umgekehrt.

4. Ausnahmen von der Regel, dass einem Maximum oder Minimum der Jahresniederschlags-Curve auch ein Maximum oder Minimum der Curve der Pegel-Jahresmaxima entspricht, finden selten statt, im allgemeinen aber aus folgenden Gründen:

a) Die Jahressummen der Niederschläge sind es nicht, welche die Maxima der Pegelstände erzeugen, vielmehr sind für die letzteren grosse 5 bis 10 Tage und länger andauernde Regengüsse, sowie der mittlere Wasserstand des Flusses bei Beginn der Regenperiode maassgebend. Es stehen daher im allgemeinen die Monatssummen der Niederschläge der betreffenden Hochwasser-Monate in weit innigerem Zusammenhange mit den maximalen Pegelständen, welche sie gewissermaassen direct erzeugen.

Da sich aber die Jahresniederschlags-Summen in längeren Perioden, beispielsweise in solchen von mehreren Decennien, auf die einzelnen Monate nach einem durchschnittlichen Percentsatze vertheilen, so sind die Monatsniederschlags-Summen der für die Pegel-Maximabildung charakteristischen Monate im allgemeinen in solchen Jahren grösser, in denen die Jahresniederschlags-Summen grösser sind. Es müssen daher auch die Jahresniederschlags-Summen mit den jährlichen Pegelmaximen in einer causalen allgemeinen Verbindung stehen, wie dies auch thatsächlich nachgewiesen wurde.

Diese durchschnittliche Vertheilung der Jahresniederschlags-Summe auf die einzelnen Monate ist aber nicht absolut feststehend, sondern in gewissen Grenzen grossen Schwankungen unterworfen.

In der Regel sind die Monate der grössten Hochwässer und der grössten Monatsniederschlags-Summen im Etsch-Gebiete der September und October, es sind daher diese Monate für die Entstehung der Hochwasser-Maxima geradezu charakteristisch.

Gleichwohl gibt es auch ein zweites Hochwasser-Maximum zur Zeit des Frühjahrs und Frühsommers zu Beginn der Schnee- und Gletscherschmelze, ein Maximum, welches oft grosse Höhen erreicht.

Je nachdem nun eine abnorme Vertheilung des Jahresniederschlages auf das zweite Nebenmaximum oder auch auf andere Monate, z. B. August oder November erfolgt, entstehen oft anstatt eines grossen Hochwassers, zwei oder mehrere Hoch-

wässer, oder es sind die Wasserstände über das ganze Jahr mehr gleichmässig vertheilt, so dass trotz der grossen Niederschlagssumme des ganzen Jahres kein bedeutendes Pegel-Maximum erzielt wird.

Diese ungleichmässige Vertheilung des Jahresniederschlages auf die einzelnen Monate ist die häufigste Ursache der scheinbaren Discordanz der Jahresniederschlags- und der Pegelmaxima-Curven und ist in diesem Falle stets zweifellos nachzuweisen.

b) Ausnahmsweise fallen bedeutende Monatssummen des Niederschlages auf den Spätherbst oder den Winter, in welchem Falle im Hochgebirge der Niederschlag in fester Form fällt und zur Hebung des normalen Hochwasserstandes nicht beitragen kann. Die Wirkung dieser Niederschläge zeigt sich erst zur Zeit der Gletscherschmelze und kann, wenn diese infolge sciroccaler Luftströmungen plötzlich erfolgt, grosse Frühjahrs- und Frühsommer-Hochwässer erzeugen.

c) Die Schnee- und Gletscherschmelze kann oft Störungen beider genannten Curven erzeugen, was stets speciell nachgewiesen werden kann.

d) Ist die Discordanz der beiden in Rede stehenden Curven aus den obigen Gründen nicht zu erklären, dann wird eine Prüfung der Beobachtungs-Resultate aller meteorologischen Stationen des Niederschlagsgebietes stets erweisen, dass das betreffende Pegelmaximum durch die Niederschläge ganz anderer als der in Vergleich gezogenen Station erzeugt worden ist, so dass die letztere als unbetheiligt das Pegelmaximum in ihrer Niederschlagscurve nicht wiederspiegeln konnte.

Dieser Umstand ist sehr wichtig deshalb, weil einerseits schon Niederschläge, die sich nur auf einen Theil des Niederschlagsgebietes der Etsch erstrecken, imstande sind grössere Pegelmaxima zu erzeugen, anderseits aber im Etsch-Gebiete die klimatischen Zonen Mittel-Europas und diejenige des mittelländischen Meeres zusammenstossen, daher auch die Zeitperiode der grössten Niederschläge, insbesondere in den Hochlagen, wo sich der typische Unterschied beider Klima-Zonen verflacht, oft schwankend ist. So zeigt die Station Riva das October-Maximum des Niederschlages scharf ausgeprägt, was bei der weit nördlicher und höher gelegenen Station Marienberg nicht mehr der Fall ist.

5. Aus den sub 4 genannten Gründen ist es auch stets nachzuweisen, warum häufig die Maxima höherer Ordnung der einen Curve einem Maximum niederer Ordnung der anderen Curve entsprechen.

6. Die arithmetischen Mittel der Jahresniederschlags-Summen haben seit drei Decennien von Decennium zu Decennium stetig zugenommen.

7. In gleicher Weise haben auch die arithmetischen Mittel der maximalen Jahres-Hochwasserstände der Etsch aus der obigen Ursache, ganz abgesehen vom Einflusse der Regulierungsbauten, in letzter Zeit, namentlich aber seit dem Jahre 1882, eine Hebung erfahren.

8. Die niedersten Wasserstände der Etsch sind vom Decennium 1860—1870 zum Decennium 1870—1880 entsprechend der Steigerung der Jahressumme der Niederschläge ebenfalls gestiegen, im letzten Decennium aber, also in der Zeit vom Jahre 1880—1890, trotz der neuerlichen allgemeinen Zunahme der Summen der Jahresniederschläge gefallen.

Dieses Fallen der Niederwässer im letzten Decennium ist nach unzweifelhaften Erfahrungen während und nach der Ausführung der einzelnen Regulierungsbauten der allgemeinen Eintiefung der Flussohle infolge der bewirkten Concentrierung und dadurch vermehrten Stosskraft der Etsch zuzuschreiben. Wie weit hier auch klimatische Schwankungen im positiven oder negativen Sinne auf die Vertiefung der Niederwässer eingewirkt haben, wird sich erst beurtheilen lassen, bis sich das Flussbett nach Erlangung eines Gleichgewichtsgefälles genügend ausgebildet und stabilisiert haben wird.

Gegenwärtig, wo diese Eintiefung des Flussbettes allgemein eingetreten ist, und stellenweise 1 bis 2 *m* beträgt, entzieht sich der Zusammenhang der Niederwässer mit allgemeinen Klimaschwankungen vorläufig der Beobachtung.

107. Capitel.

Vergleich der maximalen Wasserstände der Etsch mit den Niederschlagssummen einzelner charakteristischer Monate.

Eine weit grössere Uebereinstimmung als die Jahressummen der Niederschläge zeigen die Summen der Niederschläge, welche in den Monaten grosser Niederschläge fallen, mit der Curve der maximalen Pegelstände der Etsch.

Insbesondere laufen die Curven der Monatsniederschlags-Summen derjenigen Monate, während deren der Pegelstand ein Maximum wird, nahezu parallel mit der Curve der Hochwasserstände. — Es ist dies ganz natürlich, weil eben diese grossen Monatssummen in der Regel die Pegelmaxima direct erzeugen.

Diese Parallelität wäre eine noch bei weitem bessere, wenn die Pegelmaxima stets in demselben Monate stattfinden würden; dies ist aber bei der Etsch nicht der Fall. Die Pegelmaxima treffen zumeist im September oder October ein, manchesmal auch in anderen Monaten, besonders im Juni, Juli oder August.

Eine vollständige Parallelität könnte mit Recht bloss dann erwartet werden, wenn man der Curve der maximalen Pegelstände die monatlichen Niederschlagsmengen derjenigen Monate gegenüberhalten würde, welche im betreffenden Jahre das Pegelmaximum erzeugten.

Zum Verständnis der Angelegenheit genügt es aber auch die Curven der Niederschlagssummen einzelner Monate darzustellen und auf Grund derselben die weiteren Vergleiche anzustellen, ein Weg, den der Verfasser in der Literatur bisher nicht begegnete und der im nachfolgenden beschrieben werden soll.

Zunächst soll die Studie in Betracht gezogen werden, in welcher die maximalen Pegelstände der Etsch bei Neumarkt mit den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungsstation Marienberg in der 34-jährigen Periode von 1857 bis 1890 verglichen werden.

In der diesbezüglichen, bereits besprochenen Tafel 39 stellt die Curve XI die maximalen Jahres-Pegelstände dar. In Curve VII wurden nun die Niederschlagssummen aller September-Monate dargestellt. Die Uebereinstimmung beider Curven ist eine sehr gute innerhalb der Grenzen, die in der Natur der Sache liegen. Fast jedem Maximum oder Minimum der einen Curve entsprechen Maxima oder Minima der anderen. Wo Ausnahmen sind, ist eben das Pegelmaximum durch den Niederschlag eines anderen Monates hervorgerufen worden.

Aber auch der Parallelismus der September-Niederschlags-Curve VII mit der Jahresniederschlags-Curve XIV tritt sehr deutlich zutage. Die Jahressummen sind eben, um einen treffenden Vergleich zu machen, die grossen Zeiger, die monatlichen Niederschlagssummen aber die kleinen Zeiger einer und derselben Uhr.

In Curve VIII wurden weiters die Niederschlagssummen der October-Monate dargestellt, welche analoge Eigenschaften, wie die September-Curve aufweist.

Da nun bekanntlich im Etsch-Gebiete die meisten grossen Niederschläge und grossen Hochwässer entweder im September oder im October eintreffen, so lag der Gedanke nahe, eine

Curve darzustellen, deren Ordinaten die arithmetischen Mittel der Niederschlagssummen der Monate September und October bilden.

Dies ist in der Curve IX geschehen, welche, da sie die meisten der grossen Niederschläge enthält, auch die meiste Aehnlichkeit sowohl mit der Curve der Jahresniederschläge, als auch mit derjenigen der Pegelmaxima aufweist.

Wo Discordanzen vorhanden sind, erklären sich dieselben in analoger Weise, wie dies im früheren Capitel geschehen ist, mit vollster Sicherheit. Zumeist ist es eben der Umstand, dass die Pegelmaxima bildenden Niederschläge auf andere Monate entfallen sind.

In derselben Weise sind auch in Tafel 40, Fig. 2, die Curven der Niederschlagssummen der Monate September und October, sowie die arithmetischen Mittel der September- und October-Niederschläge der meteorologischen Station St. Michele mit den maximalen Pegelständen von Trient innerhalb des Zeitraumes von 1875 bis 1890, und in Tafel 40, Fig. 1, dieselben Curven für die meteorologische Station Riva und die Pegelstation Calliano innerhalb einer 20-jährigen Periode von 1870 bis 1890 dargestellt.

Ueberall drängt sich die Parallelität der Curven in überzeugendster Weise auf, so dass wir zu folgenden Schlüssen gelangen:

1. Die Curven der monatlichen Niederschlagssummen im September und October, insbesondere das Mittel zwischen beiden Curven, laufen fast parallel zu den Curven der maximalen Jahreswasserstände der Etsch.

2. Jedem Maximum oder Minimum der Niederschlags-Curven entspricht in der Regel ein Maximum oder Minimum der Pegelstands-Curven.

3. Einem grossen oder kleinen Maximum oder Minimum der Niederschlags-Curven, insbesondere der Mittelcurve aus den Niederschlägen der Monate September und October, entspricht in der Regel auch ein entsprechend grösseres oder kleineres Maximum oder Minimum der Pegelstands-Curve. Dieses Zusammengehen ist ein weit deutlicheres, als es zwischen der Curve der Jahresniederschlags-Summen und der Curve der Pegelmaxima der Fall war.

4. Modificationen dieser Regeln sind selten und stets durch die im früheren Capitel erwähnten Umstände vollkommen aufgeklärt.

5. Die hohen Wasserstände der Etsch in den letzten Jahren, insbesondere seit dem Jahre 1880, sind durch die grösser gewordenen Jahresniederschlags-Summen einerseits, anderseits aber durch die ganz abnorme Vertheilung der Jahresniederschläge auf einzelne Monate, insbesondere den September und October, vollkommen erklärt.

Der vollkommenste Parallelismus der betreffenden Curven zeigt den causalen Zusammenhang zwischen den im letzten Decennium vergrösserten und ungleichmässiger vertheilten Regenmengen und den ebenfalls gestiegenen maximalen Pegelständen in so unzweifelhafter Weise, sowohl in Bezug auf Richtung als Maass, dass bisher andere Ursachen auf die Hebung der Hochwasserstände nur in nebensächlicher, minder belangreicher Weise eingewirkt haben können.

Insbesondere kann eine von Localunkundigen öfters behauptete angebliche Hebung der Etsch-Sohle schon deswegen nicht die Ursache dieser, wie oben gezeigt, aus ganz anderen, vollkommen aufgeklärten Gründen entstandenen Hebung der Hochwasserstände sein, weil die eingehendsten Erhebungen an der Etsch in unzweifelhafter Weise gezeigt haben, dass sich die Sohle des Etsch-Flusses infolge der Regulierung allgemein sehr bedeutend vertieft hat.

Dieser Umstand ist auch zunächst die Ursache des constatierten allgemeinen Sinkens der niedersten Wasserstände der Etsch.

Ebensowenig kann aber die constatierte Hebung der Hochwasserstände bisher durch die Concentrierung der Wässer infolge der ausgeführten Regulierungswerke in erster Reihe erzeugt worden sein, weil die Regulierungswerke erst jetzt ihrer Beendigung entgegengehen, bisher aber, insbesondere im Jahre 1882 bei der Unfertigkeit des Hochwassergerinnes das Etsch-Thal ganz oder zum Theil doch noch überschwemmt worden ist.

Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass mit dem Fortschreiten der Regulierungsarbeiten eine grössere Concentrierung der Hochwässer und innerhalb gewisser Grenzen noch ein Ansteigen der Hochwässer um ein geringes Maass zu erwarten steht, falls diese Erhöhung durch die ebenfalls rasch fortschreitende Eintiefung des Flussbettes nicht vollends paralysiert und stellenweise sogar überwogen werden sollte.

Erst die Beobachtungen der nächsten Jahre werden hierüber eine erschöpfende Antwort ertheilen können.

XIX. Abschnitt.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit den Wasserständen, Niederschlägen und anderen meteorologischen Begleiterscheinungen, sowie mit der Getreideernte und den Weinerträgen im Etsch-Gebiete.

108. Capitel.

Historisches über die Entdeckung der Sonnenflecken.

Es liegt nicht im Zwecke der vorliegenden Schrift eine ausführliche Darstellung der auf die Frequenz der Sonnenflecke bezüglichen Thatsachen zu geben, vielmehr sollen nur die letzten Resultate der Forschungen nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft angegeben werden, um dem Praktiker im Wasserbaufache einen Ueberblick über jene Erscheinungen zu liefern, die, obwohl dem Gebiete des Wasserbaues ziemlich entlegen, dennoch des Regime der Flüsse und Seen und daher auch den Wasserbau selbst beeinflussen.

Es muss zwar zugegeben werden, dass der Einfluss der Sonnenfleckenfrequenz gegenwärtig für den Wasserbau noch keine derartige Bedeutung hat, dass sich daraus etwa die Höhe der eintretenden Hochwasserstände, daher auch die Höhenlage der zu errichtenden Wasserschutzwerke berechnen liesse, gleichwohl können doch schon mit einem gewissen Grade wissenschaftlicher Berechtigung über die Wahrscheinlichkeit und Grösse der Ueberschwemmungen in einzelnen grösseren

Zeitperioden Schlüsse gezogen werden, die bei näherem Studium mit der Zeit selbst einen praktischen Wert erlangen könnten.

Für die Hydrologie ist aber jedenfalls das Studium der Sonnenfleckenfrequenz und ihres Zusammenhanges mit den meteorologischen Erscheinungen bereits von so hoher Wichtigkeit, dass es für den modernen Hydrotekten unerlässlich wird, dieser Frage mit aller Schärfe nachzugehen.

Demgemäss haben sich auch zahlreiche Hydrotekten mit der Vergleichung der Sonnenfleckenfrequenz mit den Wasserständen bestimmter Flüsse in eingehendster Weise beschäftigt, daher es nur sachgemäss und selbstverständlich erscheint, dass diese Frage auch rücksichtlich des Etsch-Flusses, welcher den Gegenstand der vorliegenden Monographie bildet, nicht umgangen werden konnte.

Nach Aufzeichnungen, die sich auf babylonischen Thontafeln erhalten haben, ist das zeitweise fleckige Aussehen der Sonne schon vor 4000 Jahren aufgefallen.[1] Nach Plutarch[2] war im Todesjahre Julius Cäsars (44 v. Chr.) die Sonne ein ganzes Jahr hindurch bleich.

Seither hatte man in Europa und seit dem Jahre 28 n. Chr. auch in China die Sonnenflecken beobachtet, doch waren im Jahre 1607 n. Chr. erst 44 Beobachtungen registriert, soweit dies heute überhaupt sichergestellt werden kann.

Bei der damals herrschenden Ansicht, dass die Sonne ein gleichmässig leuchtender, fleckenloser Körper sein müsse, glaubte man jedoch in diesen Flecken lediglich dunkle Körper zu sehen, welche sich vor der Sonne befänden, so dass noch Johannes Keppler im Jahre 1607 einen von ihm damals beobachteten grossen Sonnenfleck für den Planeten Mercur hielt.

Im zweiten Jahrzehnt des 17. Jahrhundertes wurden Sonnenflecken fast gleichzeitig von Johannes Fabricius in Osteel (Friesland), Galileo Galiläi in Padua und Thomas Harriot in London entdeckt. Seit dieser Zeit begannen regelmässige und genaue Beobachtungen der Sonnenflecken.

Von Fabricius erschien auch im Jahre 1611 die erste Schrift über Sonnenflecken unter dem Titel „De maculis in sole observatis“.

Galiläi zeigte im Jahre 1611 die Sonnenflecken seinen Freunden im Garten des Cardinals Bandini zu Rom.

Alle drei genannten Beobachter erkannten, dass diese Flecken der Sonne angehörten und bestimmten mit Rücksicht auf das regelmässige Wiederkehren derselben hieraus die Umdrehungszeit der Sonne um ihre Axe mit $25\frac{1}{2}$ Tagen.

In den beiden letzten Jahrhunderten wurden die Sonnenflecken nur in Zeiten grosser Häufigkeit, im neunzehnten Jahrhunderte hingegen bereits nach bestimmten Plänen systematisch registriert. Das grösste Verdienst hatte hierin Hofrath Samuel Schwabe in Dessau, welcher von 1826 bis 1868 die Sonne täglich beobachtete und 1843 einen periodischen Wechsel der Häufigkeit der Fleckenbildung nachwies.

Er fand, dass 5 Jahre nach dem zahlreichsten Erscheinen der Sonnenflecken dieselben am seltensten sind und in weiteren fünf Jahren wieder häufiger werden, so dass sich eine zehnjährige Periode von einem Maximum zum anderen ergibt.

Von 1850 an beschäftigte sich Rudolf Wolf damit, die Dauer der Sonnenfleckenperiode auszumitteln, wobei er fand, dass die Flecken nach 11·111 Jahren in derselben Vertheilung über die Sonnenoberfläche wiederkehren.

Fast zu derselben Zeit hatten Lamont und Sabine für die täglichen Schwankungen der magnetischen Declinationsnadel nahezu die gleiche Periode gefunden, worauf im Jahre 1852, wie dies bei grossen Entdeckungen so häufig vorkommt, der Parallelismus im Verlaufe der Fleckenfrequenz und der magnetischen Missweisung völlig unabhängig durch Sabine, Wolf und A. Gautier gleichzeitig nachgewiesen wurde.

[1] Saice (Nature, Band 20).

[2] Plinius. (Hist. nat. lib., II. c. XXX.)

Durch diese epochemachende Entdeckung war es nun entweder sichergestellt oder mindestens höchst wahrscheinlich geworden, dass die Erde von den Störungen in der Sonnen-Photosphäre abhängig sei und dass allgemeine Erscheinungen in der letzteren ihre Reflexe sofort auf die Erde werfen.

Seit jener Zeit begannen die eifrigsten Nachforschungen ob und welche meteorische Elemente eine Wechselbeziehung zur Sonnenthätigkeit zeigen und wurden diese Bemühungen von ganz ungeahnten Erfolgen gekrönt, welche es ausser Zweifel erscheinen lassen, dass zahlreiche meteorische Erscheinungen auf der Erdoberfläche mit der durch das periodische Auftreten der Sonnenflecken bedingten Periodicität in der Energie der Sonnenstrahlung einen gleichen Schritt einhalten.

109. Capitel.

Die Natur der Sonnenflecke.

Bei den alten Völkern und selbst in Europa bis zum Beginn des 17. Jahrhundertes hielt man die Sonne für eine gleichförmig helle Masse, obwohl grosse Sonnenflecken, namentlich durch Blendgläser oder zur Zeit des Sonnen-Auf- oder Unterganges schon mit freiem, unbewaffnetem Auge ganz leicht zu erkennen sind, wodurch auch die uralten Beobachtungen der Asiaten und Europäer ermöglicht worden sind. Allerdings muss ein für das unbewaffnete Auge sichtbarer Sonnenfleck bereits $\frac{1}{40}$ des Sonnendurchmessers oder $2\frac{3}{4}$ Erddurchmesser Ausdehnung haben, doch ist dies nichts seltenes, da beispielsweise im Jahre 1828 Flecken von 5, im Jahre 1848 solche von 22 Erdoberflächen oder etwa 11.000 Millionen km^2 und Gruppen von 40 Erddurchmessern oder über 500.000 *km* Ausdehnung sichtbar waren.[1]

Beobachtet man die Sonne durch ein Fernrohr und schützt hiebei das Auge durch ein geschwärztes Glas, so stellt sich die Sonnenscheibe keineswegs als gleichmässig dar, vielmehr hat dieselbe ein körniges Gefüge, welches sein Ansehen fortwährend wechselt, so dass durch zahlreiche Lichtadern die ganze Oberfläche der Sonne ein marmoriertes Aussehen erhält. Dieses Gefüge, welches Herschel schon im Jahre 1795 zu erklären versuchte, nennt man die Granulation der Sonne. Einzelne längliche Formen der Granulation ähneln in ihrer Erscheinung Reiskörnern oder Weidenblättern und werden, wenn sie sehr klein sind, Narben genannt. Zwischen diesen Narben und Granulationskörnern sind dunkle Punkte gleichsam über die ganze Oberfläche dicht gesäet, welche ihr ein poröses Aussehen verleihen und daher auch Sonnenporen genannt werden.

Auf diesem ziemlich gleichmässigen Untergrunde bemerkt man auf der Sonnenoberfläche zeitweise einzelne sehr grosse auf den ersten Anschein schwarz aussehende Flecke, sowie Gruppen kleinerer Flecke, welche Sonnenflecke genannt werden.

Bei starker Vergrösserung zeigt es sich, dass die schwarze Farbe nur eine Folge des Contrastes mit der blendenden Sonnenoberfläche ist, in Wirklichkeit aber die Farbe der Flecken bräunlich oder röthlichbraun ist. Nach Herschel strahlen diese Flecken immer noch 4000-mal mehr Licht aus als ein gleich grosses Stück des Vollmondes.

Die Gestalt der Flecken ist verschieden, meistens rundlich oder länglich, wobei der Rand gewöhnlich gezackt und gerissen ist, so dass die Flecken wie Inseln im Ocean erscheinen, wodurch

[1] Fritz: Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. Leipzig 1889.

in früheren Zeiten die unrichtige Ansicht verursacht wurde, dass die Flecken nichts anderes seien, als dunkle Partien eines nicht leuchtenden Sonnenkörpers, welche aus dem die Sonne umgebenden Lichtocean hervorragen.

Sehr viele, namentlich grössere Flecken zeigen jedoch eine ziemlich complicierte Structur, indem sie zumeist in der Mitte einen dunklen Theil besitzen, welcher Kern genannt wird.

Dieser Kern ist von einem helleren Hof umgeben, welcher Penumbra heisst und man nennt solche Flecken behofte Flecken.

Ueber den Flecken werden häufig leuchtende Nebel und im Kerne selbst helle Streifen, die sogenannten Lichtbrücken beobachtet, welche den Kern zu theilen scheinen.

Die Flecken treten vereinzelt oder in Gruppen auf. Häufig bleiben die Flecken längere Zeit, selbst durch mehrere Sonnen-Rotationen hindurch stehen und verändern ihre Form nur wenig. Am östlichen Sonnenrande auftretend, erscheinen sie dann als dünne Spalten, welche immer breiter werden, je mehr sie sich der Mitte der Sonnenscheibe nähern, worauf sie gegen Westen fortrücken wieder schmäler werden und schliesslich verschwinden. Dieser Umstand führte früher zu dem Glauben, dass die Sonnenflecke nur kraterförmige Vertiefungen in der Sonnen-Photosphäre seien, durch welche man den dunklen Kern der Sonne hindurch sehe.

In der Nähe der Sonnenflecken, aber auch an anderen Stellen findet man stark leuchtende Partien, welche feurigen Gasen ähneln, welche aus der Sonnenmasse hervorquellen; man nennt sie „Sonnenfackeln."

Sie treten vor neu entstehenden Flecken stets auf und sind auch beim Verschwinden der Flecken noch einige Zeit sichtbar.

Die Sonnenflecken haben oft auch ihre eigene von der Sonnendrehung unabhängige Bewegung, indem sie sich entweder in der Richtung der Parallelkreise oder von den Polen gegen den Aequator zu bewegen oder sich auch wie Eisschollen in Flüssen um sich selbst drehen.

Schon die dünklere Farbe der Sonnenflecken deutet darauf hin, dass dieselben weit weniger Wärme ausstrahlen, als die übrigen Theile der Sonnenoberfläche. Henry und Alexander fanden aus 12 Versuchen für die Flecken 0·8 der Wärme der hellen Sonnenoberfläche, S. P. Langley bestimmte die Strahlung der Kerne der Flecken zu 0·54, diejenige der Penumbra zu 0·80 der Strahlung der benachbarten helleuchtenden Stellen.

Spörer nimmt das Verhältnis zwischen Kern und heller Sonnenoberfläche wie 0·66 : 1 an.

Dementgegen strahlen die in der Nachbarschaft der Sonnenflecken entstehenden Sonnenfackeln vermuthlich mehr Wärme aus, so dass eine Ausgleichung der Temperatur immerhin nicht unmöglich wäre.

Die Flecken entstehen und bewegen sich hauptsächlich in zwei, zu beiden Seiten des Sonnen-Aequators gelegenen Zonen, welche man die königlichen Zonen nennt.

Zur Zeit der Minima beginnen die Flecken in höheren Sonnenbreiten aufzutreten und nähern sich zur Zeit des Maximums allmählich dem Aequator, so dass sie zwischen dem 7. und dem 30. Grade am häufigsten, in unmittelbarer Nähe des Aequators aber nur selten vorkommen.

Die eigentliche Natur der Sonnenflecken ist bisher nicht mit voller Klarheit ergründet. Die frühere Ansicht, dass dieselben trichterförmige Oeffnungen in der Sonnen-Photosphäre seien, ist durch die Spectral-Analyse widerlegt worden. Die Meinungen, die Sonnenflecken seien wolkenartige Gebilde, die in der Sonnen-Atmosphäre schweben, oder aber Schlacken, die auf der Oberfläche der feuerflüssigen Sonne schwimmen, standen einander lange gegenüber.

Gleichwohl scheint die Schlackentheorie mit den neueren Forschungen über den Zustand der Sonnenoberfläche nicht übereinzustimmen, daher auch die Wolkentheorie wohl die meiste Berechtigung haben dürfte.

Nach Reis[1] sind die Sonnenflecken Roststaubwolken, die in einer so hohen Schicht der Sonnen-Atmosphäre entstehen, dass die weniger hohe Temperatur eine chemische Verbindung des vorhandenen Eisendampfes mit Wasserstoff und Sauerstoff gestattet, welche Verbindung als eine Erde von hohem Schmelzpunkte sich staubförmig condensiert.

Diese Roststaubmasse muss nach Reis wegen ihres grossen specifischen Gewichtes in das Innere der Sonne herabstürzen, wird hier durch die hohe Temperatur der Sonne in ihre Elemente zersetzt, die durch den gewaltigen Auftrieb der Sonne mit grosser Geschwindigkeit wieder aufsteigen, am schnellsten und höchsten der so leichte Wasserstoff, der hiedurch die Protuberanzen, Sonnenfackeln, bildet. Durch dieses Herabstürzen ungeheuerer Eisenmassen in der Sonnen-Atmosphäre erklärt Reis den Zusammenhang, der zwischen den Sonnenflecken, den Nordlichtern und anderen erdmagnetischen Erscheinungen besteht.

Um jedoch ein ungefähres Bild von dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft, betreffend die Natur der Sonnenflecken, Fackeln (Protuberanzen) sowie der Granulation der Sonne zu geben, ist es unerlässlich die wahrscheinliche Constitution der Sonne zu besprechen.

Zur Erforschung dieser Natur hat insbesondere die Spectral-Analyse wesentlich beigetragen, mit deren Hilfe es ermöglicht wurde, die grösste Zahl der auf unserem Erdball und auf anderen Himmelskörpern vorkommenden chemischen Elemente auch auf der Sonne zu erkennen.

Es ist nämlich bekannt, dass ein weisser Lichtstrahl durch ein farbiges Glasprisma in ein farbiges Band zerlegt wird, welches man das Spectrum nennt, und welches aus senkrechten Streifen besteht, die der Reihe nach roth, gelb, grün, grünblau, blauviolett und violett gefärbt sind und allmählich ineinander übergehen.

In diesem Spectrum befinden sich aber ausserdem eine Reihe von verticalen Streifen und Linien, die sogenannten Frauenhofer'schen Linien, welche bei jedem chemischen Elemente anders erscheinen, so dass man aus dem Spectrum selbst mit vollster Sicherheit auf die Anwesenheit eines oder des anderen chemischen Elementes schliessen kann.

Die darauf gegründete Untersuchungsmethode, die sogenannte Spectral-Analyse, wurde seit 1860 durch Bunsen und Kirchhoff zur Analysierung der Himmelskörper verwendet. Mit Hilfe der Spectral-Analyse vermag man aber auch zu unterscheiden, ob man es mit festen und flüssigen oder aber mit gasförmigen Körpern zu thun habe, oder auch ob die von festen Körpern stammenden Lichtstrahlen vorerst gasige Hüllen durchsetzt haben.

Feste und flüssige Körper, welche bis zum Selbstleuchten erhitzt werden, liefern nämlich ununterbrochene Spectren mit einzelnen linien- und bänderartigen Stellen, welche in den einzelnen Farbentönen des Spectrums eine feste Lage haben. Glühende Gase geben im allgemeinen durch helle Linien und Bänder unterbrochene Spectren, während, wenn die Strahlen glühender Körper ein Gas oder einen Dampf passieren, sich statt dieser hellen Linien und Bänder, dunkle Linien und Bänder zeigen: Die Gase absorbieren innerlich in diesem Falle nämlich gerade diejenigen Lichtstrahlen, welche sie im glühenden, also leuchtenden Zustande ihrer chemischen Zusammensetzung nach selbst aussenden.

[1] Reis: Die Sonne. Leipzig 1869.

Mit diesen Hilfsmitteln wurden nun die Elemente der Sonnenoberfläche analysiert, wobei sich für die Constitution derselben bereits sehr wichtige Anhaltspunkte ergaben.

Die Sonne besteht aus einem weissglühenden, feuerflüssigen Kerne, welcher mit atmosphärenartigen Hüllen umschlossen ist, was aus den dunklen Frauenhofer'schen Linien des Spectrums mit vollster Sicherheit angenommen werden kann.

Diese atmosphärenartige Hülle, welche mit Unrecht Photosphäre genannt wird, da ja der weissglühende, feuerflüssige Sonnenkern selbst die Lichtquelle bildet, besteht aus mehreren wesentlich voneinander verschiedenen gasigen Schichten.

Vorerst kommt zunächst am Sonnenkerne eine verhältnismässig dichtere Schichte von Dämpfen aus Calcium, Eisen, Kalium, Kupfer, Magnesium, Natrium, Nickel, Wasserstoff etc., welche wahrscheinlich nicht ganz scharf vom inneren Kerne getrennt ist, deren Höhe etwa 1500 *km* beträgt.

Ueber dieser Schichte lagert eine röthlich-gelbe wolkenartige Hülle von 6000 bis 7000 *km* Höhe, welche hauptsächlich aus Wasserstoff besteht. Diese Hülle, Chromosphäre genannt, strahlt noch erhebliches Licht aus und in ihrer äusserst bewegten, zuweilen stürmisch aufgeregten Oberfläche entstehen die Sonnenfackeln oder Protuberanzen, aus deren Form auf mächtige Strömungen an der Sonnenoberfläche vom Aequator nach den Polen zu geschlossen werden muss.

Die Protuberanzen treten am schönsten in der Nähe der Sonnenflecken, niemals aber über den Fleckenkernen auf und bestehen entweder aus metallischen Dämpfen, in welchem Falle sie keine besonders grosse Höhe erreichen, oder aus Wasserstoffmassen, die sich in ungeheuere Höhen emporschwingen.

Protuberanzen von 40.000 *km* Höhe über dem Sonnenrande treten oft auf, ausnahmsweise auch solche bis zu 100.000 *km* Höhe. Sie erscheinen zumeist zu beiden Seiten des Aequators und fehlen den Polarzonen.

Ueber der Chromosphäre lagert eine letzte, nur wenig selbstleuchtende Gashülle, welche den Sonnenball bis zu einer nicht an allen Stellen gleichen Entfernung ringförmig, sodann aber strahlenförmig umgibt und oft merkwürdige, unaufgeklärte Formen zeigt. Die Höhe dieser Schichte, welche Corona genannt wird, beträgt bald mehr als einen Sonnenhalbmesser, bald weniger, wobei einzelne aus derselben hervorbrechende Strahlen und Strahlenbündel dieses Maass noch weit übersteigen. Am niedrigsten erscheint die Corona an den Polen der Sonne, am stärksten zu beiden Seiten des Aequators, an diesem selbst aber etwas schwächer.

Der dichtere, silberweiss glänzende Theil der Corona wird Leukosphäre genannt und erreicht eine wahrscheinliche Höhe von 400.000 *km*. Das Licht der Corona ist nur zum Theile eigenes, zum Theile aber nur reflectiertes, wobei die Polarisation vom Sonnenrande auf verhältnismässig kurze Distanz zu-, dann aber rasch abnimmt, welche Erscheinung durch zur Sonne niederfallende Massen erklärt wird, welche beim Herabfallen sich auflösen und hiedurch das Reflectionsvermögen verlieren.

Diese Massen, welche auch als Meteoriten gedeutet werden, sind mit grosser Wahrscheinlichkeit nichts anderes, als Condensationsproducte von Gasen und Dämpfen, die aus den unteren Schichten der Photosphäre hoch hinaufgeschleudert und in den oberen an den kalten Weltraum grenzenden, also kälteren Schichten abgekühlt werden.

Die Beweglichkeit der Corona muss mit Rücksicht auf die etwa 2000° Wärme betragende Temperatur der Oberfläche der heissen Chromosphäre und der bis zu —150° geschätzten Kälte des Weltraumes und die dadurch hervorgerufenen ungeheueren Temperaturs- und Dichtigkeitsunterschiede eine sehr bedeutende sein, was auch die stark veränderliche Form und die wechselnden Lagen der Corona erklärt.

Ihr fällt wahrscheinlich eine Hauptrolle bei Erzeugung des periodischen Wechsels der Sonnenthätigkeit zu.

Durch diese Temperatursunterschiede entstehen in den äussersten Schichten der Corona auf- und absteigende Strömungen mit Geschwindigkeiten, die diejenigen unserer Stürme verhältnismässig ungeheuer übertreffen, im allgemeinen aber dieselben Gesetze befolgen, wie die Erscheinungen unserer Atmosphäre. Durch die hiedurch erzielte locale Druckverminderung werden auch die unteren Schichten der Chromosphäre und der untersten Photosphäre in die wirbelartige, aufsteigende Bewegung mitgerissen, wodurch Metalldämpfe und Gase in die oberen kälteren Schichten heraufgeschleudert und dort abgekühlt werden, wobei sie dünkler und lichtabsorbierender werden, so dass sie sich als dünklere Gebiete gegenüber dem hellen Sonnenkörper zeigen.

Sind diese aufsteigenden Ströme gering, was bei normaler Sonnenthätigkeit der Fall, so entstehen auch geringe absteigende Ströme und es entsteht lediglich eine gewellte Oberfläche, wie sich thatsächlich in der „Granulation" der Sonne und in den Poren, welche nur sanftere Vertiefungen, die lediglich durch den Lichtcontrast dunkler erscheinen, zeigt.

Ist die Sonnenphotosphäre in lebhafter, stürmischer Bewegung, so nehmen die aufsteigenden Ströme ausgedehntere Räume ein, die aufsteigenden Ströme werden mächtiger, schleudern die vorzugsweise wasserstoffhältigen Massen der Chromosphäre am höchsten, die schwereren, metallischen Massen der tiefer gelegenen Schichten weniger hoch in die Corona-Hülle hinein, wodurch einerseits durch die Abkühlung und Verdichtung der Gase und Dämpfe in den oberen kälteren Schichten, Sonnenflecke, anderseits die sie umgebenden Protuberanzen entstehen.

Sowohl die verschiedene chemische Natur, als die verschiedene Höhe der heraufgeschleuderten metallischen und Wasserstoffmassen ist durch die Spectral-Analyse festgestellt worden.

Die am meisten abgekühlten Massen zeigen sich als Sonnenflecken, die weniger abgekühlte Umgebung derselben als Fleckenhöfe. Durch die Strömungen, welche sich in der Umgebung der Flecken gegen das Fleckencentrum behufs Ausgleiches der Temperaturen bald zu bilden beginnen, werden die Fleckenhöfe, ja die Flecken selbst in oft überraschend kurzer Zeit wieder aufgelöst. Diese oft gewaltigen Strömungen erzeugen das rissige, strahlenförmige Gefüge der Flecken, wodurch Formen entstehen müssen, wie sie etwa beim Eistreiben in Flüssen wahrgenommen werden.

Das Fehlen der Flecken in den Polargegenden erklärt sich dadurch, dass die Ausstrahlung der Sonne gegen den kalten Weltraum an den Polen am grössten ist, daher auch die Abkühlung sich dort bereits in solchem Grade merkbar macht, dass die höheren Schichten von den heissen unteren Schichten nicht mehr durchbrochen werden können.

Umgekehrt sind die die Sonnenausstrahlung vermindernden Hüllen am Aequator infolge der Centrifugalkraft höher und dichter, so dass sie gegen Abkühlung besser geschützt und daher leichter durchbrochen werden können.

Die hier gegebene Darstellung entspricht vollkommen den Ergebnissen der Spectral-Analyse und den entsprechenden astronomischen Beobachtungen.

Durch die Spectral-Analyse wurden folgende Elemente in der Sonne nachgewiesen: Eisen, Mangan, Chrom, Kobalt, Nickel, Uran, Zink, Barium, Rubidium, Strontium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Cerium, Didym, Erbium, Lanthan, Yttrium, Wasserstoff, Schwefel, Sauerstoff. Kohlenstoff wird vermuthet. Ueber 50 bestimmte und noch andere unklare Frauenhofer'sche Linien entsprechen keinem der bekannten chemischen Elemente und harren noch der Bestimmung.

Die Spectren der Sonnenoberfläche an normalen Stellen unterscheiden sich wesentlich von den Spectren der gestörten Stellen, also der Sonnenflecke, Protuberanzen u. s. w.

Die Sonnenflecke zeigen die Linien verschiedener Metalldämpfe und des Wasserstoffes u. dgl., breiter und dunkler als die entsprechenden Frauenhofer'schen Linien, was durch die absteigende Bewegung der verdichteten Massen erklärlich ist, ausserdem ist die Verbreitung vorübergehender, unter niederer Temperatur erfolgender Stoffverbindungen durch das Auftreten von Linien erwiesen, welche dem normalen Sonnen-Spectrum in der Regel fehlen.

Auffallende Veränderungen in der Lichtintensität einzelner Theile des Spectrums der Sonnenflecke beweisen die grössere Absorption des Lichtes in den Fleckengebieten. Schliesslich beweist die Auflösung des Spectrums in grosse Mengen feiner Linien den gasförmigen Zustand der Fleckenmassen.

Die niedere Temperatur der Sonnenflecken gegenüber den Protuberanzen und der normalen Sonnenoberfläche ist ebenfalls bereits erwiesen.

Was die Temperatur der Sonne anbelangt, so ist es klar, dass, nachdem sich die Intensitäten umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalten und die Oberfläche der Sonne $^1/_{215}$ der Erdentfernung vom Mittelpunkte absteht, an der Sonnen-Oberfläche eine $215^2 = 46.225$mal grössere Wärme-Entwicklung stattfinden muss, als die Erwärmung der Erde beträgt. Da nun letztere leicht gemessen werden kann, so ergibt sich mit Hilfe der neueren Insolations-Constanten und des Stefan'schen Strahlungsgesetzes eine Temperatur von 6000° C., und mit Rücksicht darauf, dass die äusseren Sonnenhüllen die Wärme des feuerflüssigen Kernes absorbieren, die Temperatur des Sonnenkernes mit etwa 15.000° C.

Die der Erde von der Sonne zugestrahlte Wärme beträgt 2·3 Wärme-Einheiten pro Quadrat-Centimeter und Minute, was auf die ganze Atmosphären-Oberfläche 2928 Billionen Wärme-Einheiten, oder, da eine Wärme-Einheit 425 M. *kg* repräsentiert, eine Arbeitsleistung von 275 Billionen Pferdekräfte liefert. Nachdem jedoch von der der Oberfläche der Atmosphäre zugestrahlten Sonnenwärme bloss 1·3 Wärme-Einheiten zur Oberfläche der Erde gelangen, so reduciert sich die obige Arbeitsleistung auf 146 Billionen Pferdekräfte, eine Leistung, von der man eine ungefähre Vorstellung erhält, wenn man bedenkt, dass sämmtliche auf der Erde im Betriebe stehende Dampfmaschinen 45 Millionen Pferdekräfte verwenden, wovon 3 Millionen auf Locomotiven entfallen.[1]

Der Wechsel der Ausstrahlung der Sonne infolge der Sonnenflecken ist kein sehr erheblicher, da die Fläche der Flecken im Verhältnisse zur Sonnenoberfläche nur gering ist. So berechnet Fritz, dass während der Maxima der Jahre 1836, 1847 und 1859 die mittleren Fleckengrössen 1407, 1127 und 1390 Milliontel der Sonnenoberfläche betrugen. Die Ausstrahlung der Flecken fand nun Henry zu 0·85, Langley im Kerne zu 0·57, im Hofe zu 0·80, im Mittel zu 0·67 der Fleckenumgebung. Hieraus würde sich allerdings nur eine Verminderung der Temperatur der Erde um die Maximalzeit der Sonnenflecken mit bloss 0·1° ergeben,[2] während thatsächlich Köppen eine Herabminderung von 0·4° erwiesen hat.

Ob dieser Unterschied in der Ungenauigkeit der Messung der Fleckenausstrahlung, die jedenfalls sehr nahe liegt, oder aber zum Theile auch darin gelegen ist, dass an anderen Theilen der Erdoberfläche die Temperaturs-Herabminderung weniger als 0·4° beträgt, wodurch sich das Gesammtresultat vermindert, muss erst die Zukunft lehren; es genügt wohl der Beweis, dass die Sonnenflecken eine Temperaturs-Verminderung erzielen können, die den beobachteten Temperaturs-Verminderungen mit Rücksicht auf mannigfache Ungenauigkeiten doch ziemlich nahe kommt.

Für hydrologische Zwecke bleibt es sich übrigens gleich, ob beide Erscheinungen voneinander direct abhängen, es genügt vielmehr der Parallelismus der Perioden, an welchem, wie weiter unten erörtert werden soll, nicht mehr gezweifelt werden kann.

110. Capitel.

Die Periodicität der Sonnenflecken.

Die Sonnenflecken sind zu verschiedenen Zeiten in ganz verschiedener Ausdehnung und Menge vorhanden, und man unterscheidet darnach fleckenarme und fleckenreiche Jahre.

So wurden im Jahre 1843, welches ein fleckenarmes Jahr war, nur 34 Flecken beobachtet, während an 149 Tagen die Sonne ganz fleckenfrei war, während andere Jahre keinen einzigen fleckenfreien Tag enthalten. Im Jahre 1848, welches hingegen ein fleckenreiches Jahr war, wurden nicht weniger als 400 Flecken beobachtet.

Durch Rudolf Wolf wurde nun erwiesen, dass dieser Wechsel in der Häufigkeit und Ausdehnung der Sonnenflecken keineswegs ein zufälliger ist, sondern einem bestimmten Gesetze dermaassen unterworfen ist, dass dieselbe in Zeitperioden von etwa 11·1 Jahren sich regelmässig wiederhole.

Die Beobachtung der Sonnenflecken wurde durch die von Wolf eingeführten sogenannten Relativzahlen wesentlich erleichtert.

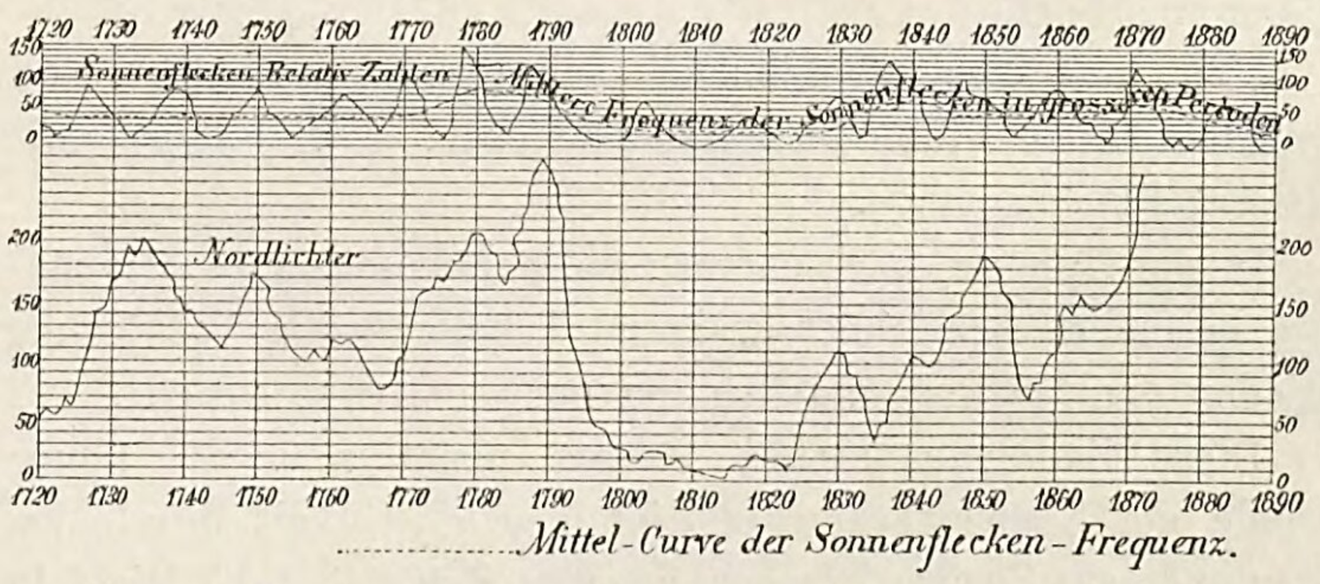
Nach diesem System werden die Flecken einfach gezählt, während Fleckengruppen, in denen man die Anzahl der Flecken nicht genau zählen kann, mit der Zahl 10 in Rechnung gezogen werden. Sind beispielsweise an einem Tage in der Sonnen-Oberfläche 32 einzelne grössere Sonnenflecken und ausserdem noch 5 Gruppen kleinerer Flecke beobachtet worden, so werden die einzelnen Flecke mit dem Gewichte 32×1, die 5 Gruppen kleinerer Flecke hingegen mit dem Gewichte $5 \times 10 = 50$ in Rechnung gezogen und daher im ganzen die Anzahl und Grösse der Sonnenflecken durch die Zahl $32 + 50 = 82$ in Anschlag gebracht. Man nennt die so erhaltenen Zahlen, beispielsweise die vorgeführte Zahl 82, die „Wolf'sche Relativzahl".

Trägt man nun für eine Reihe von Jahren die aufeinander folgenden Jahre in gleichen Abständen als Abscissen, die zu den betreffenden Jahren gehörigen Mittelwerte der Wolf'schen Zahlen als senkrechte Ordinaten auf, so erhält man durch Verbindung der Endpunkte die Häufigkeit (Frequenz) der Sonnenflecken in sehr anschaulicher Weise graphisch dargestellt.

In dieser Weise erscheint in Fig. 65 die Häufigkeit der Sonnenflecken in den Jahren 1720 bis 1890 dargestellt.

Fig. 65.

Graphische Darstellung der Häufigkeit der Sonnenflecken und der Polarlichter in der Zeit von 1720 bis 1890.



Die Werte der Wolf'schen Zahlen sind überdies für die Zeit vom Jahre 1700 bis 1890, also für fast zwei Jahrhunderte in den Tabellen A und B enthalten.

[1] Fritz.

[2] Siehe Fritz.

A. Wolf's Relativzahlen (Sonnenfleckenfrequenz).

Jahr	Wolf'sche Zahlen	Jahr	Wolf'sche Zahlen	Jahr	Wolf'sche Zahlen	Jahr	Wolf'sche Zahlen	Jahr	Wolf'sche Zahlen	Jahr	Wolf'sche Zahlen
1700	5·0 ?	1732	10·0 ?	1764	34·5 †	1796	15·1	1828	62·5 †	1860	**95·7** † Max.
1701	10·0 ?	1733	5·0 ?	1765	23·0	1797	7·8	1829	**67·6** †	1861	77·2 †
1702	15·0 ?	1734	15·0 ? Min.	1766	17·5 Min.	1798	4·4 Min.	1830	70·7 Max.	1862	59·1 †
1703	21·0	1735	30·0 ?	1767	33·6	1799	10·2	1831	47·8 †	1863	44·0 †
1704	34·1	1736	58·0 ?	1768	52·5	1800	18·5	1832	27·5 †	1864	46·9 †
1705	**48·6** † Max.	1737	66·0	1769	**108·3**	1801	38·6	1833	8·5 †	1865	30·5 †
1706	25·8	1738	**85·0** ?	1770	79·4 † Max.	1802	57·8	1834	13·2 † Min.	1866	16·3 †
1707	18·8	1739	78·5 Max.	1771	73·2 †	1803	65·0	1835	56·9 †	1867	7·3 † Min.
1708	9·7	1740	60·0 ?	1772	49·2	1804	**75·0** Max.	1836	121·8 †	1868	37·3 †
1709	7·1 †	1741	35·0 ?	1773	39·8	1805	50·0	1837	**138·2** † Max.	1869	73·9 †
1710	2·5 ?	1742	18·3	1774	47·6 ?	1806	25·0	1838	103·2 †	1870	**139·1** †
1711	0·0	1743	14·6	1775	27·5 Min.	1807	15·0	1839	85·8 †	1871	111·2 †
1712	0·0 Min.	1744	5·0 ?	1776	35·2	1808	7·2	1840	63·2 †	1872	101·7 †
1713	2·2	1745	10·0 ? Min.	1777	63·0	1809	3·4	1841	36·8 †	1873	66·3 †
1714	9·6	1746	20·0 ?	1778	**94·8** Max.	1810	0·0 †	1842	24·2 †	1874	44·6 †
1715	24·7	1747	35·0 ?	1779	90·2	1811	1·2 †	1843	10·6 † Min.	1875	17·1 †
1716	39·9 †	1748	50·0 ?	1780	72·6	1812	5·4 †	1844	15·0 †	1876	11·3 †
1717	**52·3** †	1749	63·8 ?	1781	67·7	1813	13·7 †	1845	40·1 †	1877	12·3 †
1718	50·0 Max.	1750	**68·2** Max.	1782	33·2	1814	20·0 ?	1846	61·5 †	1878	3·4
1719	34·0 †	1751	40·9 †	1783	22·5	1815	35·0 ?	1847	98·5 †	1879	6·6
1720	25·3	1752	32·2 †	1784	5·0	1816	**45·5** † Max.	1848	**124·3** † Max.	1880	32·3
1721	23·8	1753	23·1	1785	21·2 Min.	1817	43·5 †	1849	95·9 †	1881	54·2
1722	20·0	1754	16·4	1786	86·6	1818	34·1 †	1850	66 5 †	1882	59·6
1723	10·0 ? Min.	1755	7·3 Min.	1787	104·8	1819	24·2 †	1851	64·5 †	1883	**63·7**
1724	19·4	1756	10·9	1788	**107·8** Max.	1820	15·0 †	1852	54·2 †	1884	63·4
1725	34·5	1757	35·0	1789	110·7	1821	6·1 †	1853	39·0 †	1885	52·2
1726	64·0	1758	55·2	1790	84·4	1822	4·0 †	1854	20·6 †	1886	25·4
1727	**90·0**	1759	48·6	1791	53·4	1823	1·8 †	1855	6·7 †	1887	13·1
1728	80·0 ?	1760	48·9 †	1792	47·5 ?	1824	8·6 †	1856	4·3 † Min.	1888	6·5
1729	60·0 ?	1761	**75·0** † Max.	1793	40·2 ?	1825	15·6 †	1857	22·8 †	1889	**6·1** Min.
1730	40·0 ?	1762	50·6 †	1794	34·3	1826	36·0 †	1858	54·8 †		
1731	25·0 ?	1763	37·4 †	1795	22·3	1827	49·4 †	1859	93·8 †		

† bezeichnet besonders zuverlässige, ? besonders unzuverlässige Zahlen.

B. Wolf's Perioden der Sonnenflecken (in Wolf's Astronom. Mittheilungen).

Epochen.

Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima
	1610 · 8		1712 · 0		1810 · 6
1615 · 5		1718 · 2		1816 · 4	
	1619 · 0		1723 · 5		1823 · 3
1626 · 0		1727 · 5		1829 · 9	
	1634 · 0		1734 · 0		1833 · 9
1639 · 5		1738 · 7		1837 · 2	
	1645 · 0		1745 · 0		1843 · 5
1649 · 0		1750 · 3		1848 · 1	
	1655 · 0		1755 · 2		1856 · 0
1660 · 0		1761 · 5		1860 · 1	
	1666 · 0		1766 · 5		1867 · 2
1675 · 0		1769 · 7		1883 · 9	
	1679 · 5		1775 · 5		
1685 · 0		1778 · 4			
	1689 · 5		1784 · 7		
1693 · 0		2788 · 1			
	1698 · 0		1798 · 3		
1705 · 5		1804 · 2			

Aus der Betrachtung der oberen Curve in Fig. 65 ergibt sich, dass dieselbe wellenförmig auf- und abschwankt und rund alle 11 Jahre ein Maximum, dazwischen aber ein Minimum erreicht.

Man unterscheidet demnach Jahre der maximalen und minimalen Ausbreitung der Sonnenflecken, sowie Jahre mit mittlerer Fleckenmenge.

In der Tabelle A erscheinen diese Maxima- und Minimajahre besonders bezeichnet, während Tabelle B die Wolf'schen Perioden der Maxima und Minima noch getrennt enthält.

Diese Zeit von 11·111 Jahren nennt man die kleine Periode der Sonnenflecken und ist ihre Giltigkeit durch den bedeutendsten Fleckenforscher unserer Zeit, Rudolf Wolf in Zürich, welcher Angaben hierüber alljährlich in den „Astronomischen Mittheilungen" veröffentlicht, bis zum Beginne des 17. Jahrhundertes nachgewiesen.

Vergleicht man jedoch die einzelnen Maximalperioden mit den dazu gehörigen Fleckenzahlen, so erkennt man leicht, dass nicht jedes Maximum denselben Wert hat, sondern dass vielmehr auch die Relativzahlen der Maximaljahre ein wellenförmiges Auf- und Abschwanken zeigen, welches wieder Maxima und Minima höherer Ordnung, oder sogenannte Hauptmaxima und Hauptminima aufweiset.

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind diese Haupt-Maxima und Haupt-Minima besonders hervorgehoben.

Achtzehntes Jahrhundert.

Maximaljahre und Relativzahlen:

1705,	1717,	1727,	1738,	1750,	1761,	1769,	1778,	1789.
49	52	**90**	85	83	86	106	**154**	132.

Neunzehntes Jahrhundert.

Maximaljahre und Relativzahlen:

1804,	1816,	1830,	1837,	1848,	1860,	1870,	1883
73	46	71	**138**	124	96	**139**	63.

Aus dieser Zusammenstellung[1] ist zu ersehen, dass die Maxima stets 2 bis 3 Perioden zu 11 Jahren zunehmen, dann ein Hauptmaximum erreichen, dann wieder 2 bis 3 Perioden ab- und dann wieder zunehmen, um abermals ein Hauptmaximum zu erreichen. Je zwei Hauptmaxima seien um 5 kleine Perioden, also um 55 bis 56 Jahre voneinander entfernt. Es existiert also ausser der kleinen, durchschnittlich $11^1/_9$-jährigen Periode noch eine grosse Periode der Sonnenflecken von 55 bis 56 Jahren.

Aber auch die Hauptmaxima sind wieder einander nicht gleich; im 18. Jahrhunderte ist ein kleines Hauptmaximum mit der Relativzahl 90 im Jahre 1727 und ein viel grösseres mit der Relativzahl 154 um 1778. Reis nennt das grössere

[1] Professor Dr. Paul Reis: Die periodische Wiederkehr an Wassernoth und Wassermangel im Zusammenhange mit den Sonnenflecken, Nordlichtern und dem Erdmagnetismus. Leipzig 1883.

ein Hauptmaximum erster Classe, das kleinere ein Hauptmaximum zweiter Classe und glaubte nach dem Maximum des Jahres 1837, welches er als Maximum zweiter Classe betrachtete, ein grosses Hauptmaximum erster Classe erwarten zu dürfen.

Diese Vorhersage könnte nun thatsächlich erst für das Jahr 1837 + 56 = 1893 eintreffen, was die Zukunft lehren wird. Trotzdem erscheint aber dann das Maximum des Jahres 1870 mit 139, welches also eigentlich schon ein Hauptmaximum erster Classe wäre, da das Maximum des Jahres 1883 offenbar wider alles Erwarten mit der Zahl 63 ganz auffallend klein ausfiel.

Es liegt darin offenbar eine bedenkliche Lücke in der Erklärung, welche zwar nicht gegen das Bestehen einer Periode höherer Ordnung, aber doch vielleicht gegen die Art des Ansetzens derselben sprechen dürfte.

Nicht unmöglich ist es jedoch, dass im Jahre 1894 oder 1895 dennoch ein grosses Maximum kommt, und dass das eigentliche Hauptmaximum eine Spaltung erfahren hat.

Von der Zeit der Entdeckung der Sonnenflecken 1610 bis 1700 konnte Wolf nur die Wendepunkte der 11-jährigen Perioden und den Fleckenreichthum im allgemeinen feststellen, von 1700 bis 1749 reichten die Beobachtungen aus, um die jährlichen Relativzahlen genügend angenähert aufzustellen und von 1749 bis jetzt so genau, dass sich selbst die säcularen Perioden darauf stützen lassen.

Legt man, wie dies durch Fritz geschieht, die Maxima der 11-jährigen Perioden auf die Jahre 1730, 1788 und 1848, so beträgt die Periode im Mittel 5 × 11·11 = 55·6 Jahre. Der Wendepunkt der nächsten 55·6-jährigen Periode wäre nach Fritz im Jahre 1848 + 55·6, also im Jahre 1903·6, beziehungsweise 1904.

Genügen die Sonnenbeobachtungen noch nicht, so nimmt man die Epochen der Nordlichthäufigkeit zu Hilfe, welche mit den Perioden der Sonnenfleckenhäufigkeit übereinstimmen.

Solche Epochen waren vor Christus die Jahre 350, 208, 103, 43 und nach Christus 14, 194, 397 503, 624, 742, 807, 860, 1015, 1097, 1203, 1306, 1401, 1529, 1738, 1848.

Es sind 1401—1848 = 447 Jahre = 8 Perioden zu 55·8 Jahren, 397—1848 = 1451 Jahre = 26 Perioden zu 55·8 Jahren, 350 v. Chr. bis 1848 = 2198 Jahre = 40 Perioden zu 54·9 Jahren.

Nach dem heutigen Stande ist es am zweckmässigsten bei der Periode an fünf gewöhnlichen Fleckenperioden zu 55·6 Jahren stehen zu bleiben.

Die Maxima und Minima dieser Perioden wurden bereits oben angegeben.

Ob es noch grössere Perioden gibt, werden erst weitere Beobachtungen lehren, doch ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass solche, ja selbst vieltausendjährige Eiszeitenperioden wirklich bestehen, wie dies bei Erörterung der wechselnden Höhenlage des adriatischen Meeres bereits besprochen wurde.

111. Capitel.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit dem Polarlichte.

Es war zu vermuthen, dass so gewaltige Vorgänge, wie sie auf der Sonnenoberfläche erwiesenermaassen vor sich gehen und dies in einer gewissen Periodicität, auf die irdischen Erscheinungen nicht ohne Einfluss sein können. In der That haben auch die in allen Theilen der Erde in eingehendster Weise gepflogenen Erhebungen eine mit der Sonnenfleckenfrequenz ziemlich parallele Periodicität einer ganzen Reihe irdischer Erscheinungen erwiesen.

Vor allem ist es das bereits erwähnte periodische Auftreten der Nordlichter und Südlichter, beziehungsweise der Polarlichter.

Nach Karl Weyprechts Beschreibung besteht das Nordlicht aus folgenden Theilen:

1. Der Nordlichtbogen. Er ist wie ein Regenbogen gestaltet und erhebt sich demgemäss von zwei Seiten des Horizontes gegen den Zenith, doch ist er farblos mit einem Stich ins Grüne oder Gelbe und hat auch nicht die Ruhe des Regenbogens, sondern flutet unter stetem Wechsel der Intensität der Breite und Länge des Bogens entlang.

2. Die Nordlichtbänder bilden wechselvolle Lichterscheinungen, die verschlungenen Bändern ähnlich sehen, von denen Strahlen ausschiessen.

3. Die Nordlichtfäden sind feine Lichtstrahlen von gelber Farbe die vom Lichtbogen aus fächerartig und getrennt aufblitzen.

4. Die Nordlichtkrone ist eine Anhäufung von Lichtmasse in der Gegend des magnetischen Zeniths.

5. Der Nordlichtdunst ist eine rothviolette Anhäufung von rothvioletten Dunst, der am Firmamente, jedoch auch auf Wolken auftritt.

Das Nordlicht wird in einer gürtelartigen Zone um den Polarkreis am schönsten und häufigsten gesehen, welche der Nordlichtgürtel genannt wird.

Für die Periodicität des Nordlichtes kommen der ewige Lichtring im Nordlichtgürtel mit seiner schwachen Helligkeit oder der sporadische Nordlichtdunst nicht in Betracht, sondern lediglich die grossen Erscheinungen, Bogen mit Bändern, Fäden und Krone, die oft im Süden Europas noch gesehen werden und die im Alterthum und im Mittelalter die Völker in Furcht und Schrecken versetzten und daher auch von den Chronisten sorgfältig aufgezeichnet worden sind.

Die Periodicität des Nordlichtes und die Uebereinstimmung derselben mit den Perioden der Sonnenflecken hat Professor Fritz in Zürich zuerst systematisch nachgewiesen, insbesondere gezeigt, dass das Nordlicht dieselbe $11^1/_9$jährige kleine Periode, wie die Sonnenflecken befolgt.

Demgemäss kommen beim Nordlichte und den Sonnenflecken folgende Maximal- und Minimaljahre vor.

Maximaljahre des 18. Jahrhundertes.

Sonnenflecken: 1705, 1718, 1727, 1738, 1750, 1761, 1769, 1778, 1789.

Nordlicht: 1705, 1719, 1730, 1739, 1748, 1760, 1772, 1778, 1788.

Minimaljahre des 18. Jahrhundertes:

Sonnenflecken: 1712, 1723, 1734, 1745, 1755, 1766, 1775, 1784, 1798.

Nordlicht: 1712, 1723, 1734, 1744, 1755, 1766, 1775, 1783, 1799.

Maximaljahre des 19. Jahrhundertes:

Sonnenflecken: 1804, 1816, 1829, 1837, 1848, 1860, 1870, 1883.

Nordlicht: 1804, 1818, 1829, 1840, 1850, 1860, 1871.

Minimaljahre des 19. Jahrhundertes:

Sonnenflecken: 1810, 1823, 1833, 1843, 1856, 1867, 1878.

Nordlicht: 1810, 1822, 1834, 1843, 1856, 1865.

In Fig. 65 erscheint die Sonnenfleckenhäufigkeit mit der Häufigkeit der Nordlichter verglichen, wobei die Ordinaten der Nordlichtcurve durch die Anzahl der Nordlichterscheinungen im Jahre gebildet sind.

Der Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und den Nordlichterscheinungen in mittleren geographischen Breiten ist ein so inniger, dass man schon imstande ist im vorhinein anzugeben, dass im Falle des Eintreffens einer bestimmten Anzahl von

Sonnenflecken in bestimmten Orten mittlerer und selbst niederer geographischen Breiten Nordlichterscheinungen gesehen werden.

Werden in mittleren Breiten oder gar in Südeuropa grössere Nordlichter sichtbar, dann sind auch die Sonnenfleckensummen stets sehr bedeutend.

Auf die Sichtbarkeit grösserer Nordlichterscheinungen darf in folgenden Orten gerechnet werden, wenn die Sonnenfleckenzahlen folgende Werte erreichen:

Ort	Sonnenfleckenzahl bei kleinen Nordlichterscheinungen	Sonnenfleckenzahl bei grossen Nordlichterscheinungen
Stockholm	5	7
Petersburg	7	10
Kopenhagen	7	10
London	10	15
Blankenese	12	20
Münster	15	25
Paris	16	40
Schweiz	18	50
Wien	20	60
Cadix	60	80
Athen	—	100
Azoren	—	75
Canarien	—	80
Smyrna	—	100
Nordafrika	—	100
Bombay	—	120
Highland	7	40
Sacramento	—	85
Cuba	—	90
Sandwich-Inseln	—	95

Bei einer Sonnenfleckensumme von 100 muss das Nordlicht in Nordafrika, bei 120 in Bombay sichtbar sein.

So findet das Aufflammen der Fackeln in der Sonne sofort sein Echo im Aufflammen des Nordlichtes und macht den Meteorologen, in neuerer Zeit auch schon den Hydrologen und Hydrotekten auf stürmische Zeiten in der Sonnen-Photosphäre und der irdischen Atmosphäre aufmerksam.

Die grössten und glanzvollsten Erscheinungen wurden bis in das südlichste Europa, bis Kleinasien und Nordafrika und selbst bis nahe zum Aequator beobachtet in den Jahren: 1621, 1716, 1726, 1730, 1737, 1770, 1786, 1787, 1788, 1789, 1827, 1831, 1836, 1837, 1839, 1847, 1848, 1859, 1870, 1872. Diese Erscheinungen trafen stets mit dem Fleckenmaximum zusammen.

Wendepunkte der Hauptperioden der Polarlichter waren 486, 374, 208 v. Chr. und 194 (?), 400, 570, 844, 1015, 1126, 1349, 1572 und 1738 n. Chr.

Die ganze Vergangenheit seit 486 v. Chr. zeigt unwiderleglich, dass die Häufigkeit und Grösse des Nordlichtes stets parallel mit den Sonnenflecken die Maxima und Minima erreicht.

Nach Fritz ergaben sich die Nordlichterscheinungen im Mittel aus 21 Orten im Zusammenhange mit den Sonnenflecken in der Zeit vom Jahre 1800 bis 1882 folgendermaassen:

Jahr	Nordlichter	Sonnenflecken-Relativzahlen	Wendepunkte	Jahr	Nordlichter	Sonnenflecken-Relativzahlen	Wendepunkte	Jahr	Nordlichter	Sonnenflecken-Relativzahlen	Wendepunkte
1800	6	15		1828	14	62		1856	10	4	
1801	2	34		1829	13	**67**	Maximum	1857	4	23	
1802	6	55		1830	29	31		1858	8	55	
1803	3	71		1831	24	48		1859	35	94	
1804	**15**	**73**	Maximum	1832	4	28		1860	22	**96**	Maximum
1805	5	48		1833	10	9		1861	25	77	
1806	8	29		1834	5	13		1862	11	59	
1807	2	9		1835	7	57		1863	5	44	
1808	1	8		1836	23	122		1864	12	47	
1809	0	3		1837	47	**138**	Maximum	1865	11	31	
1810	3	0		1838	17	86		1866	7	16	
1811	0	1		1839	21	33		1867	5	7	
1812	0	6		1840	21	33		1868	6	37	
1813	0	13		1841	18	37		1869	18	74	
1814	10	14		1842	9	24		1870	22	**139**	Maximum
1815	7	35		1843	10	11		1871	21	111	
1816	5	**46**	Maximum	1844	8	15		1872	28	102	
1817	**25**	42		1845	8	40		1873	26	66	
1818	13	30		1846	15	62		1874	19	45	
1819	25	24		1847	18	98		1875	9	17	
1820	12	15		1848	31	**124**	Maximum	1876	7	11	
1821	4	6		1849	19	96		1877	16	12	
1822	8	4		1850	13	67		1878	4	3	Minimum
1823	1	2		1851	15	65		1879	7	6	
1824	2	9		1852	23	54		1880	—	32	
1825	3	16		1853	8	39		1881	—	54	
1826	4	36		1854	7	21		1882	—	66	
1827	19	49		1855	3	7					

112. Capitel.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit dem Erdmagnetismus.

Bekanntlich wirkt die Erde, wie ein grosser Magnet, wodurch sie den Magnetnadeln eine bestimmte Lage derart aufzwingt, dass die Spitze der Nadel nahezu gegen Norden gerichtet ist. Die Kraft der Intensität des Erdmagnetismus lässt sich aus der Horizontalintensität desselben, d. i. aus der Componente des Erdmagnetismus, welche eine horizontal drehbar aufgehängte Magnetnadel in ihre natürliche Lage zurückführt, berechnen.

Die Magnetnadel zeigt jedoch nicht genau nach Norden, sondern schliesst mit dem geographischen Meridian einen Winkel ein, welcher die magnetische Declination genannt wird, indem die Spitze der Magnetnadel nach dem magnetischen Nordpole, also nach Nordwesten hinweiset.

Die magnetische Declination beträgt gegenwärtig in unserer Gegend etwa 15° westlich, das heisst die Magnetnadel zeigt mit ihrer Spitze um 15° nach Westen vom Meridian. Nach Westen wird die Declination grösser, nach Osten kleiner, so dass sie in Paris 18, in Moskau 0° beträgt. Im selben Meridiane bleibt die Declination ziemlich ungeändert.

Die Declination ist aber auch an demselben Orte nicht immer dieselbe, sondern erleidet sowohl regelmässige als unregelmässige Aenderungen und plötzliche Störungen. Die ersteren nennt man Variationen, die letzteren Perturbationen.

Die Variationen haben tägliche, monatliche, jährliche, mehrjährige und säculare regelmässig verlaufende Schwankungsperioden.

Die tägliche Variation äussert sich in mittleren Breiten darin, dass die Declination morgens etwa um 8 Uhr am kleinsten und nachmittags etwa um 2 Uhr am grössten ist, so dass sich eine tägliche Schwankung der Declinationsnadel von mehreren Minuten ergibt. Aber auch diese tägliche Schwankung bleibt sich nicht immer gleich, sondern hat ihre monatlichen und jährlichen Perioden, welche hier von keinem weiteren Interesse sind. — Ein grösseres Interesse erfordern die regelmässig verlaufenden mehrjährigen Perioden, welche mit den Sonnenflecken-Perioden innig zusammenhängen.

Die erste Entdeckung dieser innigen Beziehungen zwischen der Fleckenveränderlichkeit der Sonne und den periodischen Veränderungen irdischer Erscheinung wurde im Jahre 1852 gemacht, als gleichzeitig Wolf in Bern, Sabine in London und Gautier in Genf in den täglichen Schwankungen der Declination der Magnetnadel die gleichen Periodenlängen erkannten und zeigten, dass die Variation den grössten Wert zur Zeit des Sonnenflecken-Maximums und den kleinsten zur Zeit des Flecken-Minimums erlangt.

Als Beispiel dient folgende Tabelle, in welcher neben den Wolf'schen Relativzahlen die magnetischen Declinationen für Prag und Mailand angeführt sind.

Jahr	Wolf's Zahlen	Magnetische Variation für		Wendepunkte der Sonnenflecken-Periode
		Prag	Mailand	
1848	**124**	**10·75**	**11·37**	Maximum 1848 · 1
1849	96	10·27	9·92	
1850	67	9·97	8·91	
1851	65	8·32	7·17	
1852	54	8·09	7·57	
1853	39	7·09	7·59	
1854	21	6·81	5·76	
1855	7	6·41	5·60	
1856	4	5·98	5·12	Minimum 1856 · 0
1857	23	6·95	5·41	
1858	55	7·41	7·71	
1859	94	**10·37**	**10·01**	
1860	**96**	10·05	8·05	Maximum 1860 · 1
1861	77	9·17	7·51	
1862	59	8·59	7·61	
1863	44	8·64	7·26	
1864	47	8·02	7·16	
1865	30	7·80	5·85	
1866	16	7·46	4·24	
1867	7	6·95	4·95	Minimum 1867 · 2
1868	37	8·02	6·81	
1869	74	9·22	8·78	
1870	**139**	11·41	11·52	Maximum 1870 · 6
1871	111	**11·60**	**14·00**	
1872	102	10·70	10·32	
1873	66	9·05	8·64	
1874	45	7·80	7·77	
1875	17	6·55	5·78	
1876	11	6·40	6·31	
1877	12	6·44	5·68	
1878	3	5·65	5·30	Minimum 1878 · 9
1879	6	5·99	6·16	
1880	32	6·85	7·31	
1881	54	7·90	8·33	
1882	60	7·74	8·23	
1883	**64**	8·16	8·68	
1884	63	**8·27**	**9·11**	Maximum 1883 · 9
1885	52	7·65	7·95	
1886	25	7·22	6·72	
1887	13	6·54	6·61	

Die Uebereinstimmung ist eine so bedeutende, dass sich mit Hilfe der einfachen Formel

$$v = a + b\,r$$

worin die Constanten a und b beispielsweise für Prag

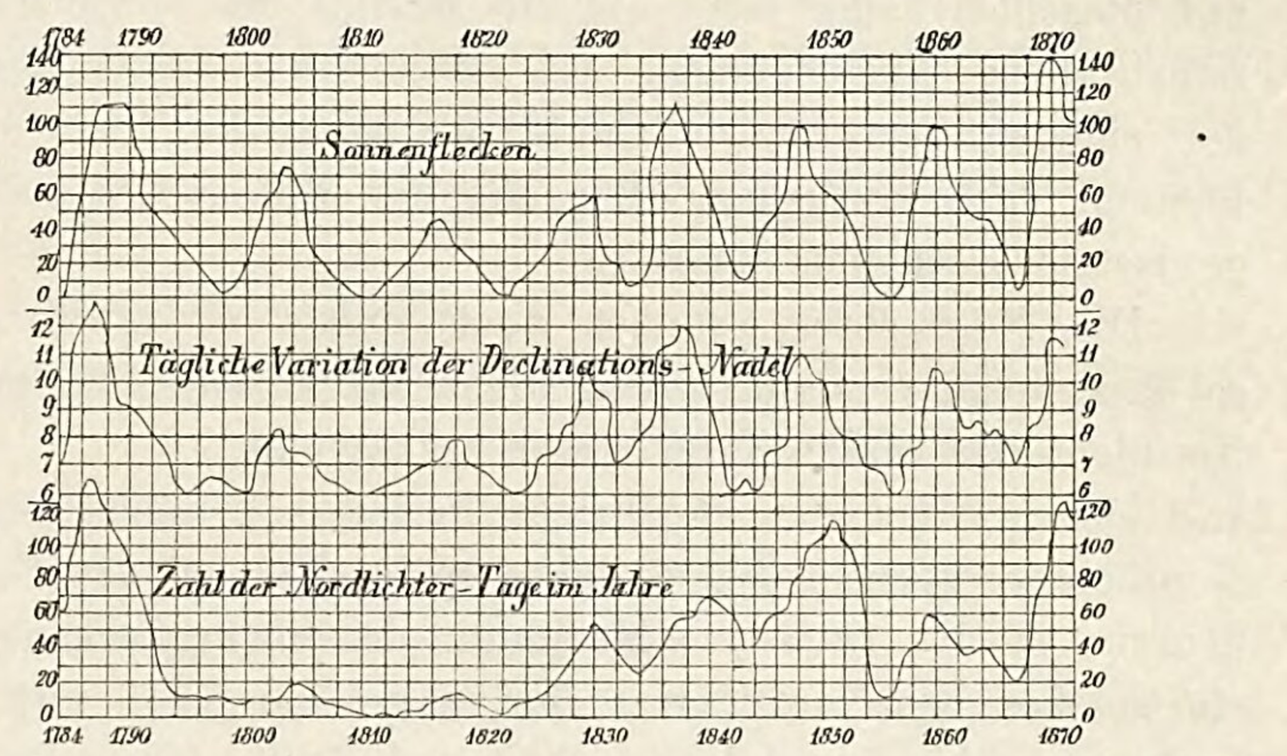
$$a = 5{\cdot}80 \text{ und } b = 0{\cdot}045$$

werden, aus dem Fleckenstande v die Variationszahlen r berechnen lassen. Die mittlere Grösse der täglichen Variation eines Jahres kann aus den Fleckenzahlen auf Zehntel-Secunden berechnet und umgekehrt selbst der Tag des Sonnenflecken-Maximums eines Jahres durch den Tag des Variations-Maximums bestimmt werden.

Die grössere Thätigkeit der Sonnen-Atmosphäre beim periodischen Auftreten der Sonnenflecken ist daher mit der Magnetnadel auf der Erde direct messbar.

Zur besseren Verdeutlichung diene die nachstehende aus Reis entnommene Tafel (Fig. 66).

Fig. 66.



Aber auch die säcularen Schwankungen sind beim Erdmagnetismus, wo sie durch die säculare Veränderlichkeit der Magnetnadel angegeben werden, sehr bestimmt und deutlicher, als bei allen anderen irdischen Erscheinungen ausgesprochen.

Auf die Veränderlichkeit der magnetischen Declination musste man schon sehr zeitlich aufmerksam werden, da die Magnetnadel in China schon 1100 Jahre v. Chr., in Europa seit dem 12. Jahrhunderte n. Chr. bekannt und im 14. Jahrhunderte dem Seemann unentbehrlich geworden war. Bestimmt nachgewiesen wurde die Variation erst durch Helibrand im Jahre 1634. Die östlichste Ausweichung der Nadeln fand für Europa um 1580 statt, worauf um 1650 der Nullpunkt erreicht war. Zu Anfang des 19. Jahrhundertes wurde das Maximum der westlichen Abweichung erreicht, um sich wieder der meridionalen Nadelstellung, das heisst dem Nullpunkte zu nähern.

Für Europa betrug die östlichste Ausweichung im Jahre 1576 12° 15′, der Durchgang durch den Nullpunkt fiel auf 1650, das Maximum der westlichen Abweichung auf 1805 mit 18° 55′. Die Gesammtwinkelbewegung betrug daher 32°, so dass die Nadeln im Jahre 1957 voraussichtlich wieder durch den Nullpunkt gehen werden.

Die ganze Periode beträgt sonach 458, nach anderen Berechnungen 512 Jahre.

Inwiefern jedoch diese 8 Perioden zu 55·6 Jahren zu der Sonnenthätigkeit in Beziehung stehen, lässt sich heute noch nicht bestimmen.

Es wird mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthet, dass diese Periode mit den Umlaufszeiten des Jupiter und Saturn in Verbindung steht, indem infolge des einfachen Verhältnisses der Umlaufszeiten dieser beiden Planeten, nämlich 2 : 5, zwischen denselben eine periodische Störung besteht, welche 1560 den grössten Wert erreicht hatte, 1790 auf Null gesunken war und im Jahre 2020 wieder zum Maximum angewachsen sein wird, Epochezahlen, welche mit den vorhin gegebenen, 1576 für die östlichste Nadelausweichung, 1805 für die west-

lichste Ausweichung und dem zu erwartenden Durchgang durch den Nullpunkt um 2000 gewiss in auffallender Weise übereinstimmen.

Ebenso lassen sich auch die 11- und 55-jährigen Perioden mit Hilfe der Umlaufszeiten von Jupiter und Saturn darstellen.

Diese Verhältnisse sind leicht einzusehen, da ja jeder Himmelskörper ein Magnet ist und daher die magnetische Declination von der jeweiligen Stellung der Himmelskörper abhängig sein muss und in den Zeiten, in denen die stärksten magnetischen Anziehungen bei der gesetzmässigen Umwälzung der Planeten Jupiter, Saturn und Erde hervortreten müssen, offenbar auch die stärksten magnetischen Declinationen sich nach der einen oder der anderen Richtung ergeben werden.

Die Maxima der täglichen Variation fallen auf die Jahre 1787, 1803, 1818, 1829, 1838, 1848, 1859 und 1871, also auf dieselben Jahre fast, wie die Maxima der Sonnenflecken, selbst kleine Ausbiegungen der einen Curve treten auch an der anderen hervor. Die Curve der Nordlichter ist weniger ähnlich, doch erscheinen darin alle Perioden noch klarer und gewissermaassen übertrieben.

Die Nordlichter kommen auch immer etwas verspätet, so dass, wenn sich ein grosser Sonnenfleck zeigt, ein grosses Nordlicht erst einige Tage später nachkommt.

Die Maxima der 11-jährigen Perioden kommen bei den Nordlichtern öfter 1 bis 2 Jahre später, als bei den Sonnenflecken; so ist 1804 ein Maximum der Sonnenflecken, 1805 ein solches der Nordlichter; ebenso gehören 1816 und 1818 zusammen; in den Jahren 1830 und 1860 fallen beiderlei Maxima zusammen, dagegen folgt wieder dem Maximum der Sonnenflecken von 1870 erst 1871 ein solches der Nordlichter. Noch grösser ist der Unterschied der Hauptmaxima.

Die Maxima der Sonnenflecken treten zuerst ein, dann folgen diejenigen der täglichen Variation und dazwischen die der Nordlichter, woraus gefolgert wird, dass die Sonnenflecken das Primäre, die treibende Ursache der Erscheinungen seien.

113. Capitel.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit der Temperatur.

Der erste, welcher nach Entdeckung der Sonnenflecken die Ansicht ausgesprochen hat, dass sie auf die irdischen Verhältnisse Einfluss haben möchten, war Riccioli in seinem neuen Almagest, welcher 1651 zu Bologna erschien.[1]

Riccioli spricht schon die Ansicht aus, die heute fast allgemein anerkannt ist, dass bei Abnahme der Flecken eine Steigerung und bei Zunahme derselben ein Fallen der Temperatur der Erde eintritt.

Als Beispiele führt er die grosse Hitze im September 1632 und die auffallende Kälte im Juni 1642 an. Zu ersterer Zeit sei von mehreren Beobachtern kein Flecken gesehen worden, in der letzteren aber habe die Sonne sehr viele gezeigt.

Nach Riccioli machte sich lange Zeit die Ansicht geltend, dass eine Zunahme der Fleckenmenge eine grössere Temperatur bedingen, während erst in neuerer Zeit die Ansicht Riccioli's durch Beibringung schwer wiegender Beweise allgemeine Anerkennung gefunden hat.

Kircher stimmte im Jahre 1671 der Ansicht Riccioli's zu und sprach es geradezu aus, dass es bei sonst gleichen Umständen wärmer und trockener bei wenig Flecken und kälter bei vielen Flecken sei.

[1] Wolf: Literatur über Sonnenflecken.

Dechalas bezweifelte im Jahre 1690 diese Ansichten, weil im Jahre 1689, welches auf ein Minimum fiel, kein heisses Jahr gewesen sei.

Auch im 18. Jahrhunderte bezweifelte Wolf,[1] dass zwei am 6. Jänner 1709 an der Sonnenscheibe erschienene grössere Flecken genügend gross gewesen sein könnten, um die Sonnenwärme merklich vermindern zu können.

Herschel[2] gieng von dem eigenthümlichen Grundgedanken aus, dass die Anwesenheit zahlreicher Flecken ein Zeichen von Gesundheit der Sonne (wie er sich ausdrückt), also der normale Zustand, Fleckenlosigkeit dagegen eine anomale Erscheinung, wie Krankheitszustand sei.

Herschel untersucht sodann die Weizenpreise von Windsor in der Zeit von 1650 bis 1717 in der Meinung, dass man nach dem Gedeihen des Weizens den günstigen oder ungünstigen Gesammtcharakter eines Jahres beurtheilen kann und kommt zu Resultaten, die er zu Gunsten seiner Theorie deutet. Abgesehen jedoch davon, dass Herschel nur ungenügende Beobachtungen zur Verfügung hatte, sind in seinen Schlussfolgerungen grosse Fehler enthalten, die den Wert seiner Zusammenstellung ganz in Frage stellen. So bezeichnete Herschel die Zeit von 1650 bis 1671 als fleckenfrei und übergeht das Maximum von 1660. Ebenso tritt auch das Minimum von 1689 bei Herschel nicht genügend hervor.

Flauguergues, ein unermüdlicher Beobachter in Viviers (1788—1830) schreibt gelegentlich des heissen Augustmonates 1807 die grossen Hitzen der Fleckenlosigkeit der Sonne zu, widerspricht sich aber selbst in einer späteren Aeusserung.[3]

Nach einer langen Reihe von Jahren war es der schweizerische Naturforscher Gautier, welcher sich mit dieser Frage beschäftigte.

Gautier benützte bereits die von Schwabe veröffentlichten Fleckenberichte für die Jahre 1826 bis 1843, die Temperaturtabellen von Paris, Genf und dem grossen St. Bernhard und die Tabellen Dove's.

Gautier hält die fleckenarmen Jahre mit Entschiedenheit für die wärmeren.

Nach Untersuchung von 31 europäischen Stationen betrug der Ueberschuss zu Gunsten der fleckenärmeren Jahre (1826, 1832—35, 1841—1843) 0·565° C., wogegen die amerikanischen Stationen nicht so günstige Resultate lieferten.

Von grosser Bedeutung war die Arbeit von Karl Fritsch, welche derselbe im Jahre 1853 der Wiener Akademie vorlegte.

Fritsch wurde durch das auffällige Wiederkehren ungewöhnlich hoher Jahresmittel in ungefähr 11-jährigen Intervallen in Prag aufmerksam gemacht. Er benützte bereits umfassende Beobachtungen, welche die grössere Wärme in den Jahren um das Flecken-Minimum deutlich erkennen lassen.

Im Jahre 1859 unternahm Professor Wolf eine Vergleichung zwischen Jahrestemperatur und Fleckenstand und kam auf Grund der Berliner Beobachtungen aus den Jahren 1760 bis 1847 zu dem eigenthümlichen Resultat, dass in der Zeit von 1800, besonders von 1816 an bis 1847 die fleckenärmeren Jahre die wärmeren, von 1760 aber bis 1800 umgekehrt die fleckenreichen Jahre die wärmeren waren, so dass er von weiteren Untersuchungen abgeschreckt wurde.

Im Jahre 1870 constatierte der Director Piazzi-Smyth der Sternwarte zu Edinburg aus 38-jährigen Beobachtungen an vier in den Felsen des Calton Hill bei Edinburg eingesenkten Thermometern den Parallelismus des Temperatur-

[1] Wolf: Meletemata mathematico-philosophica 1755.
[2] Phil. Transact. 1801.
[3] Wolf: Literaturverzeichnis.

ganges mit den Sonnenflecken, darunter auch eine 11·1-jährige Periodicität.

Im Jahre 1871[1] legte E. J. Stone, königl. Astronom, die Resultate von sorgfältigen Beobachtungen am Cap der guten Hoffnung der Akademie in London vor, welche den Zeitraum von 1841 bis 1870 umfassen und constatierte den Parallelismus des Temperaturganges mit den Sonnenflecken durch drei 11-jährige Perioden.

Es ergaben sich nämlich Maxima für die Temperatur in den Jahren 1844, 1856 und 1866 und Minima in den Jahren 1849, 1859 und 1869, während die Sonnenflecken die Maxima in den Jahren 1844, 1856 und 1867, die Minima in den Jahren 1848, 1860 und 1870, also fast genau zur selben Zeit erreichen.

Den entscheidenden Ausschlag in der vorliegenden Frage gab aber Dr. W. Köppen mit seiner epochebildenden Abhandlung: „Ueber mehrjährige Perioden der Witterung." Köppen sammelte Beobachtungsreihen aus allen Zonen und condensierte das Beobachtungsmateriale derart, dass er zuerst für grössere Ländergebiete, dann für ganze Zonen die positive oder negative Abweichung der einzelnen Jahre vom Normalwerte berechnete.

Köppen constatierte hiebei folgende, allgemein anerkannte und bis heute vielfach bestätigte und durch nichts widerlegte Resultate:

1. Die Maxima und Minima der Wärmecurve treten zuerst in den Tropen auf und verspäten sich von da nach Nord und Süd gegen die Fleckenminima, bezw. Maxima immer mehr, bis endlich in der kalten Zone die Erscheinung kaum noch wahrzunehmen ist.

2. Die Wendepunkte der Temperaturcurve treten auch in den Tropen meist schon etwas früher als diejenigen der Fleckencurve ein, was in dem Sinne zu deuten ist, dass den Wechsel beider Erscheinungen eine gemeinschaftliche Ursache zugrunde liege, dass also die Wärmeschwankungen nicht direct von den Sonnenflecken abhängig seien.

3. Von 1816 bis zur Gegenwart harmonieren die beiden Curven so genau, dass von einem Zufall keine Rede sein kann; dagegen zeigt sich von 1779 bis 1816 eine völlige Umkehrung der Wärmecurve, welche einer gleichzeitigen Störung im Gange der Fleckencurve zu entsprechen scheint.

Zur Illustrierung der Sätze 1 und 2 dient folgende Tabelle:

Jahr des Wendepunktes	Tropen		Mittel der ektropischen Zone	
	Temperatur-Minimum	Betrag der negativen Abweichung	Temperatur-Minimum	Betrag der negativen Abweichung
I. Maxima				
1829	1830	— 0·59	1829	— 0·70
1837	1837	— 0·70	1838	— 0·67
1848	1847	— 0·37	1850	— 0·37
1860	1859 oder 1862	— 0·28 / — 0·30	1862	— 0·29
II. Minima				
1823	1821	0·56	1822	1·19
1833	1833	1·04	1834	0·61
1844	1844	0·44	1846	0·71
1856	1855	0·30	1859	0·26
1867	—	—	1869	0·31

Dr. F. G. Hahn[1] führte mit den Köppen'schen Resultaten weitere Vergleiche und Zusammenstellungen durch, welche die Richtigkeit derselben nur bestätigten und es ausser Zweifel erscheinen lassen, dass die 11-jährige Periode, sowie andere grössere Schwankungsperioden vorhanden sind.

[1] Proceding of the Royal Society of London XIX.

[2] Hahn: Die Beziehungen der Sonnenflecken-Periode zu meteorologischen Erscheinungen. Leipzig 1877.

Auch Fritz[1] fand, dass niedere Wintertemperaturen am häufigsten zur Zeit der Fleckenmaxima, am seltensten zur Zeit der Fleckenminima vorkommen, während die wärmeren Sommer der grossen Mehrzahl nach zwischen Maxima und Minima fallen.

Dass jedoch die Messungen der Lufttemperatur mit Thermometern noch nicht genügend klare Resultate geben, geht daraus hervor, dass die Thermometer nicht die Wärme angeben, welche von der Sonne ausgestrahlt wird, sondern lediglich diejenige, welche in den Luftmassen, in denen die Messungen vorgenommen werden, aufgespeichert ist. Diese letztere Wärmemenge ist aber abhängig vom Feuchtigkeitszustande, der Bodenbeschaffenheit, insbesondere aber von der Grösse und Richtung des Windes. Sollte es gelingen, diese Zustände überall zu eliminieren, so müsste man zu entscheidenden Resultaten gelangen.

Dass dies möglich ist, bewies Gould, indem er mit Hilfe einer Formel aus den Wolf'schen Relativzahlen unter Berücksichtigung des Windeinflusses die mittleren Jahrestemperaturen von Buenos-Ayres derart berechnete, dass sie mit den thatsächlich beobachteten Temperaturen fast mathematisch übereinstimmten.

Diese Formel lautet:

$$T'' = 17{\cdot}61^0 + 2{\cdot}00^0 \sin(\varphi + 86^0 25') + 0{\cdot}46^0 \sin(2\varphi + 276^0 16') + 0{\cdot}24^0 \sin(3\varphi + 82^0 44') - 0{\cdot}00727 \cdot r,$$

worin T'' die berechnete Jahrestemperatur, φ die von Nord nach Ost in Graden gezählten Windrichtungen und r die Wolf'schen Relativzahlen bedeuten.

Die verschwindenden Differenzen $\triangle$, welche die so berechneten Temperaturen T'' gegenüber den wirklich beobachteten Temperaturen T' zeigen, sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

Jahr	T''	T'	$\triangle$
1856	17·59	17 49	+ 0·10
1857	18·44	18·43	+ 0·01
1858	17·28	17·28	0·00
1859	16·93	16·86	+ 0·07
1860	16·30	16·30	0·00
1861	16·92	16·94	— 0·02
1862	17·03	17·03	0·00
1863	16 61	16·61	0·00
1864	17·33	17·31	+ 0·02
1865	18·22	18·19	+ 0·03
1866	17·57	17·56	+ 0·01
1867	17·20	17·10	+ 0·11
1868	17·84	17·86	— 0·02
1869	17·21	17·23	— 0·02
1870	17·31	17·47	— 0·16
1871	16·68	16·75	— 0·07
1872	17·35	17·41	— 0·06
1873	17·29	17·28	+ 0·01
1874	16·43	16·36	+ 0·07
1875	16·82	16·80	+ 0·02

Diese überraschenden Resultate erklärt Professor Fritz für derartige, „dass kaum mehr an der wirklichen Existenz des Zusammenhanges zwischen dem Wechsel der Temperatur eines Ortes und der Sonnenthätigkeit gezweifelt werden kann."

114. Capitel.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit den Regenmengen und den Wasserständen der Flüsse.

Es sind so zahlreiche Beziehungen zwischen den Sonnenflecken und anderen irdischen Erscheinungen nachgewiesen, dass es zu weit führen würde, auf dieselben näher einzugehen.

[1] F. Hermann Fritz: Die periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. Leipzig 1889.

Für den Zweck des vorliegenden Werkes, das ist für die Orientierung des praktischen Ingenieurs in dieser Frage behufs Anwendung der Resultate auf die Verhältnisse des Etsch-Flusses genügt es nur anzudeuten, dass solche Beziehungen erwiesen sind, während einer speciellen Betrachtung nur die Regenmengen und Wasserstände der Flüsse unterzogen werden können.

Sonnenhöfe und Nebensonnen treten nach Fritz und Tromholt dann am häufigsten auf, wenn die Sonnenflecken ihr Maximum erreichen.

Meldrum, Vorstand der Sternwarte auf der Insel Mauritius, welcher viele Jahre hindurch die Wirbelstürme im indischen Ocean beobachtete, wies nach, dass dieselben zur Zeit des Sonnenflecken-Maximums viel häufiger auftreten, als zur Zeit des Minimums und dass sie die 11-jährige Sonnenflecken-Periode einhalten. In neuerer Zeit hat man aber auch die Winde der gemässigten Zone einem Vergleich unterzogen und ebenfalls wichtige Resultate im Sinne der Periodicität erhalten.

Die Uebereinstimmung der Cyclonencurve mit der Sonnenfleckencurve ist eine so innige und während mehr als 100 Jahren constante, dass hier von einem Zufall keine Rede sein kann.

Für Drehstürme und Windstärke hat van Bebber den Einfluss der Fleckenfrequenz sichergestellt und nachdem die grossen elementaren Wolkenbrüche und Regenperioden fast immer mit Cyclonen zusammenhängen, so ist hiedurch auch ein Zusammenhang zwischen Sonne und Regen erwiesen.

Die Periodicität des Luftdruckes wurde besonders durch Blauford, Hornstein etc. erwiesen, wobei sich ebenfalls die 11-jährige Periode zeigte und zwar entspricht dem Flecken-Minimum ein Druckmaximum.

Ebenso wurde auch die Periodicität der Hagelschläge, Getreide- und Weinerträgnisse mit vielem Erfolg untersucht, wenn sich auch hie und da nicht ganz zweifellose Resultate mitunter ergeben haben.

Rücksichtlich der Regenmengen fand Meldrum, dass während der grösseren Häufigkeit der Cyclonen, also zur Zeit der Fleckenmaxima auch die Regenmengen grösser sind, als zur Zeit der Minima. Es zeigten sich vermehrte Regenmengen zur Zeit der Flecken-Maxima von 1848, 1860 und 1870 und verminderte zur Zeit der entsprechenden Minima.

Lockyer bestätigte das Resultat Meldrums aus Beobachtungen am Cap der guten Hoffnung und Symons aus Niederschlagsreihen Grossbritanniens.

Seit dieser Zeit wurden aber auch viele Beobachtungen im gegentheiligen Sinne mit Erfolg ins Treffen geführt.

Fritz stellte in dieser Richtung ausgedehnte Untersuchungen seit 1868 an und kam zu dem Resultate, dass einzelne Beobachtungsreihen während mehrerer Jahrzehnte zur Zeit der Fleckenmaxima starke Ueberschüsse über die mittleren Mengen der Niederschläge zeigten und entsprechenden Mangel daran in den Minimalzeiten.

Fritz zieht zu diesem Behufe 6 französische, 12 grossbritannische, 7 niederländische, 5 skandinavische, 2 italienische, 3 schweizerische, 16 deutsche, 4 österreichische, 1 isländische, 2 russische, 3 südasiatische, 9 nordamerikanische, 1 australische und 1 südafrikanische Station in Vergleich und berechnet die Abweichungen vom allgemeinen Mittel von 510 *mm*.

Diese Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1690	42	40	46	26	54	26	24	4	—	— 2
1700	—	— 12	— 6	— 28	— 28	— 34	— 44	— 12	— 4	20
1710	48	64	6	4	— 46	— 96	— 124	— 120	— 110	— 100
1720	— 92	— 126	— 112	— 104	— 110	— 106	— 54	— 44	— 50	— 64
1730	— 64	— 88	— 100	— 100	— 76	— 64	— 66	— 68	— 54	— 68
1740	— 98	— 100	— 132	— 144	— 118	— 98	— 86	— 64	— 32	— 44
1750	— 30	— 18	— 22	— 40	— 34	— 40	— 48	— 38	— 30	— 24
1760	— 20	— 6	— 2	— 6	— 28	— 28	— 28	— 20	— 40	— 18
1770	6	— 10	— 8	4	—	— 24	— 34	— 44	— 56	— 62
1780	— 60	— 42	— 36	— 20	8	30	30	10	— 40	— 60
1790	— 20	— 62	— 44	— 60	— 86	— 146	— 116	— 106	— 62	— 48
1800	— 42	— 42	— 22	— 16	— 42	— 16	— 2	— 6	12	32
1810	42	44	34	26	22	16	6	28	12	12
1820	— 2	22	22	28	40	70	88	78	98	114
1830	82	78	44	14	— 6	14	12	36	62	60
1840	44	42	42	32	26	34	26	18	20	28
1850	42	48	48	36	30	2	8	— 8	6	14
1860	28	32	14	— 8	— 2	14	16	28	40	30
1870	4	2	2	11	28	31	51	86	108	119
1880	115	102	—	—	—	—	—	—	—	—

Fritz vergleicht die Schwankungen der in der Tabelle enthaltenen Niederschlagsreihen mit den 11·1-jährigen Fleckenperioden und findet, für die meisten Fleckenmaxima in der That Ueberschüsse der Niederschlagsmengen gegenüber jenen zur Zeit der Fleckenminima. Dies ist namentlich der Fall zwischen 1720—1776 und 1817—1844 und wenn man von der Verspätung absieht bis 1870. Die Niederschlagsmengen waren gleichzeitig mit dem Fleckenmaxima am grössten: 1727, 1738, 1751, 1762 und 1771 und dann um 1817, 1829, 1838, 1851, 1861 und 1868.

Für die sieben den Maxima zunächst liegenden Jahre (drei vor, drei nachher) und das Jahr der Maxima ergeben sich:

	1.	2.	3.	Max.	5.	6.	7. Jahr.
Mittel	— 0·2	+ 0·6	+ 14·6	+ 24·2	+ 12·6	+ 0·4	— 0·6 *mm*.

Für die entsprechenden Minima:

	1.	2.	3.	Min.	5.	6.	7. Jahr.
Mittel	— 9·7	— 9·0	— 12·0	— 14·7	— 11·2	— 8·2	+ 1·0 *mm*.

Diese Zahlen hält Fritz für entschieden dem Meldrum'schen Resultate entsprechend.

Von 1690—1720, von 1774—1817 und wieder nach 1870 treten Verhältnisse ein, welche theils keine Beziehungen zwischen Niederschlägen und Sonnenthätigkeit anzudeuten scheinen, theils starke Verschiebungen der Maxima gegeneinander, theils sogar Umkehrungen ergeben. Da aber für 1691—1697 nur die Beobachtungen von Paris, für 1786—1798 nur wenige Beobachtungen zu Gebote standen und von 1865 an die Reihen stark abbrechen, so dass für 1877—1882 nur noch 8 vollständige Reihen übrig blieben, so legt Fritz auf die Zahlen der genannten

und zunächst liegenden Zeiten mit Recht kein Gewicht und spricht die Ansicht aus, dass mit der Vermehrung der Beobachtungsreihen Meldrum's Resultat eine stets bessere Bestätigung findet.

Auffallend findet es aber Fritz, dass trotzdem von 1777 bis 1786 und von 1799—1817 sich eine förmliche Umkehr der Verhältnisse zeigt, die Minima der Niederschläge den Fleckenmaxima und umgekehrt entsprechen. — Dieses ist nach seiner Meinung auch dadurch von Interesse, weil um jene Zeiten auch die Längen der Fleckenperiode erhebliche Störungen erfahren hatten.

Von den 18 Maxima der Flecken waren mindestens 11 von häufigen Niederschlägen begleitet und von den 17 dazwischen liegenden Minima mindestens 12 mit unter dem Mittel bleibenden Mengen.

Für 54 Stationen Grossbritanniens, 42 des europäischen Continentes, 32 Amerikas fand Meldrum für die Zeit von 1824 bis 1867 im Jahre 1878 für die 11 Jahre der Fleckenperiode im Mittel:

1.	2.	3.	4.	Max.	6.	7.	8.
— 1·90	— 1·43	— 0·09	+ 0·71	+ 0·89	+ 1·26	+ 1·46	+ 0·78

9.	10.	11.	Jahr
— 0·10	— 0·58	— 0·55	Zoll englisch

als Unterschied gegen entsprechende Mittel der Niederschläge.

Kremser gelangte 1883 unter Benützung der Beobachtungen von 59 Stationen zu einem ganz ähnlichen Resultate.

Im allgemeinen zeigt sich die 11-jährige Periode nur dort genau, wo die Beobachtungen durch keine störende Complicationen erschwert sind, bezw. einfache klimatische Verhältnisse vorliegen, wie etwa in den Erdgebieten südlich des Aequators.

Die europäischen Gegenden, namentlich in der Nähe von hohen Gebirgen eignen sich wenig für diese Studien, da ausser den Regenmengen noch die Windrichtungen u. s. w. entsprechend berücksichtigt werden müssten, wozu vorläufig der Schlüssel noch fehlt.

Aus diesen Gründen ist auch das Nichteintreffen der Meldrum'schen Resultate, namentlich in gebirgigen Gegenden, noch kein Beweis gegen dieselben.

Die 11-jährige Periode des Regenfalls hält übrigens Professor Brückner in seinem epochemachenden Werke: „Klimaschwankungen seit 1700" (Wien 1890) noch nicht für vollkommen erwiesen, stellt jedoch eine 55-jährige Periode der Klimaschwankung, bezw. der Schwankungen der Temperatur und des Regenfalles in Abrede.

Nach Professor Brückner vollziehen sich vielmehr unsere Klimaschwankungen in einer 36-jährigen Periode und werden trotz des offenbaren Einflusses der Sonnenflecken auf die Witterung in der 11-jährigen Periode die grossen Züge der Klimaschwankungen durch dieselben nicht berührt.

Die Entscheidung derartiger Streitfragen muss der Hydrotekt selbstverständlich den berufenen Fach-Meteorologen überlassen; seine Sache kann es nur sein, sich mit den Resultaten anderer Hilfswissenschaften vertraut zu machen und hievon in seinem Flussgebiete die geeignete Anwendung zu machen, wie dies weiter unten geschehen soll.

Vielfach wurde auch bereits versucht, die Pegelstände der Flüsse mit den Wolf'schen Relativzahlen in Verbindung zu bringen.

Die Pegelstände sollen nach Hill, Fritz, Dawson und Powell zur Zeit der Feckenmaxima verhältnismässig hoch, zur Zeit der Minima tiefer sein.

Insbesondere eingehend beschäftigte sich damit Professor Reis in Mainz, welcher bezüglich des Rheines zu folgenden Resultaten gelangte:

Die Wasser- und Wettererscheinungen des Rhein-Gebietes wiederholen sich in Perioden von 110 bis 112 Jahren; eine solche Periode ist gleich der doppelten grossen Periode der Sonnenflecken, Nordlichter und erdmagnetischen Erscheinungen.

Jede Periode zerfällt in vier gleiche Abtheilungen von 27 bis 28 Jahren, eine Maximalzeit erster Classe, eine Minimalzeit erster Classe, eine Maximalzeit zweiter Classe, eine Minimalzeit zweiter Classe.

Diese Bezeichnungen rühren davon her, dass in den Maximalzeiten angeblich die grössten Wasserphänomene, die höchsten, grössten und häufigsten Ueberschwemmungen eintraten, während die Minimalzeiten nur geringe und wenige Hochwässer, dagegen die niedrigsten Wasserstände von längster Dauer haben sollen.

Die Maximalzeit erster Classe liegt nach Reis beim Rheine durchschnittlich 14 Jahre vor und nach dem Hauptmaximum der Sonnenflecken und Nordlichter. Sie enthält die riesigen Ueberschwemmungen, die der Zeit nach entweder genau oder durchschnittlich mit dem Hauptmaximum der Sonnenflecken zusammenfallen. Als Bewährung werden die Jahreszahlen der grössten Ueberschwemmungen: 1784, 1565, 1573, 1342, 1118 bis 1124, 886, 889, 674 angeführt.

Das genaue Zusammentreffen findet in unserem Jahrtausend in den Jahrhunderten mit gerader Säcularnummer statt, im vorigen Jahrtausend in den Jahrhunderten mit ungenauer Säcularnummer; die Perioden heissen deshalb Regelperioden.

Ausnahmsperioden kommen vor, jedoch sind sie stets durch eine entsprechend ausnahmsweise Entwicklung der Sonnenflecken begründet.

Da in den Maximalzeiten erster Classe nach Reis Regen und Schnee, also auch trübe, wolkenverhüllte Firmamente, wasserdampfreiche Atmosphären vorherrschen, so haben dieselben durchschnittlich kühlere Sommer und milde Winter; heisse Sommer und kalte Winter kommen selten vor.

Die Maximalzeit zweiter Classe liegt nach Reis durchschnittlich 14 Jahre vor und nach dem Hauptmaximum zweiter Classe der Sonnenflecken und Nordlichter, die Mitteljahre der Maximalzeiten zweiter Classe enthalten Hochwässer zweiter Classe von geringerer Höhe und Anzahl. Ihre Sommer sind im ganzen weniger kühl und ihre Winter weniger mild.

Die Minimalzeit erster Classe enthält die niedrigsten und wenigsten Hochwässer, die oft nur local und von geringer Verbreitung sind; häufig finden in dieser Abtheilung sehr niedrige Wasserstände statt; entsprechend sind die trockenen Jahrgänge vorherrschend, die strengsten Winter und die heissesten Sommer gehören der ersten Minimalzeit an.

Die zweite Minimalzeit umfasst nach Reis 28 Jahre der gemässigten Zeit. Ueberschwemmungen sind selten und von geringer Höhe und Ausbreitung; sie enthält heisse Sommer und kalte Winter, jedoch von geringerer Intensität als die erste Minimalzeit; nur in der langen Dauer und Niedrigkeit der tiefsten Wasserstände geht sie meist noch über die erste Minimalzeit hinaus.

Nach Reis wiederhole sich der allgemeine Witterungs-Charakter nach Perioden von 110 bis 112 Jahren.

Es kann nicht Gegenstand der vorliegenden Schrift sein, die Richtigkeit der Theorie Reis' zu prüfen; sie wird vielmehr nur angeführt, um die dem Ingenieur unentbehrliche Methode der Untersuchung an einem Beispiele klarzulegen, welches zweifellos viel lehrreiches Materiale enthält.

Nach Fritz ergaben für die Flüsse Seine, Rhein, Elbe, Weser, Oder, Weichsel und Donau die Pegelstände zwischen 1828 und 1875 zur Zeit der Fleckenmaxima eine etwas grössere, zur Zeit der Minima eine etwas geringere Höhe. Hält man sich genau an die Epochen der Fleckenmaxima

und -Minima, dann verhalten sich im Mittel die Abflussmengen zu jenen Zeiten wie 1·26 : 1·18.

Für den Zürich-See nach Beobachtungen von 1811 bis 1880 betragen die Wasserstände zur Zeit der Fleckenmaxima 33 Zoll à 3 *cm* gegenüber einem Mittel von 30·4 Zoll; für den Boden-See beträgt derselbe Unterschied bei einem Mittelpegelstande von 3·4 *m* 1 *dm*.

Sehr entschieden zeigt nach Fritz die Veränderlichkeit der Pegelstände auch der Nil.

Der Missisippi hatte seine bedeutendsten Hochwässer um 1815, 1823—1824, 1849 und 1860.

Nach umfassenden Beobachtungen an den grossen canadischen Seen waren die Wasserstände seit 1838 am höchsten um 1860, 1870 und vor 1880.

Alle diese Anhaltspunkte bieten noch keine sicheren Beweise und es muss der Zukunft überlassen werden, weiteres Beobachtungs-Materiale zu sammeln und zu verwerten, wozu die Ingenieure, die mit den Verhältnissen eines Flusses vertraut sind, viel beitragen können.

115. Capitel.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit den Niederschlägen und Wasserständen, sowie den Ueberschwemmungen im Etsch-Gebiete.

A. Station Marienberg.

Zu den diesbezüglichen Vergleichen bietet die Station Marienberg das geeignetste Materiale, da bei derselben mehr als 30-jährige Beobachtungen der Niederschlagsmengen, nämlich in der Zeit vom Jahre 1857 bis 1890 vorliegen.

Die Jahres- und Monats-Niederschlagssummen dieser Station sind in nachfolgender Tabelle angegeben, in welcher auch die Mittel in der Zeit von 1858 bis 1890 enthalten sind.

Monats- und Jahresniederschlags-Summen der meteorologischen Beobachtungs-Station Marienberg in Millimeter (1857—1890, 33 Jahre).

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Im Jahre
1857	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(75)	—	—	—
1858	25	2	20	43	175	35	157	53	60	140	23	33	763
1859	1	23	33	39	95	89	57	91	61	86	46	23	641
1860	35	38	12	44	52	91	97	110	185	83	129	53	918
1861	32	37	24	—	17	79	106	56	104	18	66	6	544
1862	43	71	62	17	70	38	82	152	83	47	44	19	729
1863	67	—	8	16	58	89	11	61	78	51	11	5	454
1864	—	30	15	12	54	41	72	68	127	52	61	—	531
1865	—	16	36	2	76	47	88	112	16	137	65	84	679
1866	26	51	65	125	89	40	60	98	57	4	—	32	648
1867	150	24	17	62	66	53	38	63	128	106	23	133	863
1868	41	2	33	26	28	105	131	84	117	177	56	21	842
1869	11	21	75	21	83	81	55	82	74	42	27	47	619
1870	10	17	19	2	18	48	33	90	74	67	161	12	551
1871	117	6	10	57	31	61	102	35	42	10	45	2	508
1872	63	36	79	96	145	65	47	162	82	162	44	160	1141
1873	52	24	41	18	42	20	108	104	85	74	82	5	655
1874	25	11	4	66	33	66	136	84	23	21	95	94	658
1875	52	16	7	17	32	127	148	85	37	66	20	15	622
1876	30	60	107	202	104	43	31	58	49	44	12	99	838
1877	22	85	94	72	83	48	155	53	31	25	88	32	788
1878	15	—	93	24	88	91	49	95	110	124	149	4	843
1879	28	92	17	100	95	42	77	53	47	16	36	9	612
1880	7	37	9	21	79	153	86	91	80	97	121	63	844
1881	25	10	30	86	40	29	80	67	75	81	10	25	558
1882	13	4	37	38	32	98	85	80	208	156	54	101	906
1883	23	24	19	13	45	86	111	45	157	75	31	24	653
1884	19	8	2	54	44	54	124	59	63	28	2	8	465
1885	9	29	36	27	77	31	40	93	242	142	33	1	760
1886	53	14	18	30	94	69	66	91	19	58	110	123	745
1887	36	9	28	26	40	25	55	78	95	13	127	58	590
1888	4	76	111	62	7	89	69	82	234	92	56	11	892
1889	9	15	31	77	183	29	121	118	170	306	6	18	1083
1890	34	0	42	38	6	101	170	182	74	23	57	35	762
Summen 1858—1890	1077	881	1234	1533	2181	2163	2847	2835	3087	2603	1867	1355	·23500
Mittel der Jahre 1858—1890	33	27	37	46	66	66	86	86	93	79	56	41	712

NB. Die Coten für April, Mai und September 1889 fehlten und sind daher interpoliert nach der Station Schneeberg.

Die Ziffern dieser Tabelle, soweit sie sich auf die Jahressummen der Niederschläge von 1858—1890, beziehen sind auch in Tafel 39 durch die gestrichelte Curve XIV dargestellt.

In dieser Tafel sind durch Curve I auch die Wolf'schen Relativzahlen, betreffend die Frequenz der Sonnenflecken, dargestellt.

Vergleicht man die Curven I und XIV, so ergeben sich folgende Resultate:

1. Einem Maximum der Sonnenflecken entspricht stets ein Hauptmaximum der Jahresniederschlags-Summe, denn den Maxima der Sonnenflecken in den Jahren 1860, 1870 und 1883 entsprechen die grössten in dieser 30-jährigen Dauer überhaupt beobachteten Jahresniederschlags-Summen in den Jahren 1860, 1871 und 1882. (Das Regenmaximum 1889 ist nicht verlässlich, da für einige Monate dieses Jahres die Beobachtungen der Station Marienberg fehlen und durch Interpolation aus der allzuweit entlegenen Station Schneeberg ersetzt worden sind.)

2. In der ganzen 30-jährigen Dauer findet etwa von 2 bis 3 Jahren ein fortwährendes Auf- und Abschwanken der Jahresniederschlags-Summen statt, welches namentlich zur Maximalzeit der Sonnenflecken eine ausserordentliche Lebhaftigkeit besitzt, während in den Minimalperioden der Sonnenflecken zwar

auch hohe Jahressummen der Niederschläge vorkommen, die Schwankungen aber einen mehr gleichmässigen Charakter besitzen.

3. Als besonders unruhig charakterisiert sich die Periode 1879—1890, in welcher 10 Wendepunkte enthalten sind. Dieser unruhige Charakter entspricht auch den allgemeinen klimatischen Verhältnissen und dem Gewitterreichthum dieser Periode.

In der Curve XV wurde eine Ausgleichscurve der Jahresniederschlags-Summen dargestellt, welche so gebildet wurde, dass je 5 Monatssummen adiert und durch 5 dividiert wurden. Diese Curve zeigt jedoch keine klaren Beziehungen zur Sonnenfleckencurve.

In derselben Weise wurde auch für die Wolf'schen Relativzahlen die ausgeglichene Curve II construiert, in welcher die raschen Wendungen etwas gemilderter erscheinen.

4. Die mittleren Niederschlagssummen der mehrjährigen Maximalperiode der Sonnenflecken sind nicht grösser als diejenigen der Minimalperiode, wohl aber zeigt es sich, dass die Mittel aus den Jahresniederschlags-Summen in den drei letzten Decennien von Decennium zu Decennium stetig angestiegen sind.

Es betrug nämlich das Mittel der Jahre:

1860—1869 675 *mm*
1870—1879 726 *mm*
1880—1889 749 *mm*

Dieses stetige Ansteigen scheint von der 11-jährigen Sonnenflecken-Periode unabhängig zu sein.

Da aber auch die Curve der Nordlichter in derselben Weise steigt, so kann dieses Ansteigen keinem Zufalle zugeschrieben werden, sondern ist anzunehmen, dass dasselbe entweder mit dem nahenden Hauptmaximum der Sonnenflecken oder anderen kosmischen Ursachen zusammenhängt.

Dieses Ansteigen ist sehr wichtig, weil ihnen parallel auch die Hochwasserstände in denselben drei Decennien gestiegen sind, wodurch die häufiger vorkommenden Ueberschwemmungen im Decennium 1880—1890 zu einem Theile aufgeklärt werden. Der zweite, überwiegende Theil der Aufklärung liegt in den ungeheueren Monatsniederschlags-Summen dieser Perioden, die in den drei Decennien sonst nicht einmal annäherungsweise in so hohem Maasse beobachtet worden sind.

Diese bedeutenden Monatsniederschläge veranlassten den Verfasser das Verhältnis derselben zu den Maximal- und Minimalperioden der Sonnenflecken näher zu studieren und zu untersuchen, in welchen Jahren die Niederschlagssummen der einzelnen Monate unter, bezw. ober dem Durchschnittsmittel der Zeit 1858—1890 waren.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der nachstehenden Tabelle enthalten.

Darstellung der Variationen der Niederschlags-Summen der einzelnen Monate in den Jahren 1858 bis 1890 gegenüber dem arithmetischen Mittel in dieser Zeit und Vergleich derselben in den Maximal- und Minimal-Perioden der Sonnenflecken für die Station Marienberg.

Jahr	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Variation der Jahres-Nieder-schlags-Summe	Wolf'sche Relativ-zahlen	Sonnenflecken-Wendepunkte
1857	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	
1858	− 8	− 25	− 17	− 3	+ 109	− 31	+ 71	− 33	− 33	+ 61	− 33	− 8	+ 51	55	
1859	− 32	− 4	− 4	− 7	+ 29	+ 23	− 29	+ 5	− 32	+ 7	− 10	− 18	− 71	94	
1860	+ 2	+ 11	− 25	− 2	− 14	+ 25	+ 11	+ 24	+ 92	+ 4	+ 73	+ 12	+ 206	96	Maximum
1861	− 1	+ 10	− 13	− 46	− 49	+ 13	+ 20	− 30	+ 11	− 61	+ 10	− 35	− 168	77	
1862	+ 10	+ 44	+ 25	− 29	+ 4	− 28	− 4	+ 66	− 10	− 32	− 12	− 22	+ 17	59	
1863	+ 34	− 27	− 29	− 30	− 8	+ 23	− 75	− 25	− 15	− 28	− 45	− 36	− 258	44	
1864	—	+ 3	− 22	− 34	8	− 25	− 14	− 18	+ 34	− 27	+ 5	− 41	− 181	47	
1865	—	+ 11	− 1	− 44	+ 10	− 19	+ 2	+ 26	− 77	+ 58	+ 9	+ 43	− 33	31	Minimum
1866	− 7	+ 24	+ 28	+ 79	+ 23	− 26	− 26	+ 12	− 36	− 75	− 56	− 9	− 64	16	
1867	+ 117	− 3	− 20	+ 16	—	− 13	− 28	− 23	+ 35	+ 27	− 33	+ 92	+ 151	7	
1868	+ 8	− 25	− 4	− 20	− 38	+ 39	+ 45	− 2	+ 24	+ 98	—	− 21	+ 130	37	
1869	− 22	− 6	+ 38	− 25	+ 17	+ 15	− 31	− 4	− 19	− 37	− 29	− 6	− 93	74	
1870	− 23	− 10	− 18	− 44	− 48	− 18	− 53	+ 4	− 19	− 12	+ 105	− 29	− 161	139	
1871	+ 84	− 21	− 27	− 11	− 35	− 5	+ 16	− 51	− 51	− 69	− 11	− 39	− 194	111	Maximum
1872	+ 30	+ 9	+ 42	+ 50	+ 79	− 1	− 39	+ 76	− 11	+ 83	− 12	+ 119	+ 429	102	
1873	+ 19	− 3	+ 4	− 28	− 24	− 40	+ 22	+ 18	− 8	− 5	+ 26	− 36	− 143	66	
1874	8	− 16	− 33	+ 20	− 33	—	+ 50	− 2	− 70	− 58	+ 39	+ 53	− 146	45	
1875	+ 19	− 11	− 30	− 29	− 34	+ 61	+ 62	− 1	− 56	− 13	− 36	− 26	− 90	17	
1876	− 3	+ 33	+ 70	+ 156	+ 38	− 23	− 55	− 28	− 44	− 35	− 44	+ 58	+ 126	12	
1877	− 11	+ 58	+ 57	+ 26	+ 17	− 18	+ 69	− 33	− 62	− 54	+ 32	− 9	+ 76	11	Minimum
1878	− 18	− 27	+ 56	− 22	+ 22	+ 25	− 37	+ 9	+ 37	+ 45	+ 93	− 37	+ 131	4	
1879	− 5	+ 65	− 20	+ 54	+ 29	− 24	− 9	− 33	− 46	− 63	− 20	− 32	− 90	8	
1880	− 26	+ 10	− 28	− 25	+ 13	+ 87	—	+ 5	− 13	+ 18	+ 65	+ 22	+ 132	31	
1881	− 8	− 17	− 7	+ 40	− 26	− 37	− 6	− 19	− 18	+ 2	− 46	− 16	− 154	54	
1882	− 20	− 23	—	− 8	− 34	+ 32	− 1	− 6	+ 115	+ 77	− 2	+ 60	+ 194	58	
1883	− 10	− 3	− 18	− 33	− 21	+ 20	+ 25	− 41	+ 64	− 4	− 25	− 17	− 59	65	Maximum
1884	− 14	− 19	− 35	+ 8	− 22	− 8	+ 38	− 27	− 30	− 51	− 54	− 33	− 247	63	
1885	− 24	+ 2	− 1	− 19	+ 11	− 33	− 46	+ 7	+ 149	+ 63	− 23	− 40	+ 48	51	
1886	+ 20	− 13	− 19	− 16	+ 28	+ 3	− 20	+ 5	− 74	− 21	+ 54	+ 82	+ 33	25	
1867	+ 3	− 18	− 9	− 20	− 26	− 41	− 31	− 8	+ 2	− 66	+ 71	+ 17	− 122	13	
1888	− 29	+ 49	+ 74	+ 16	− 59	+ 23	− 17	− 4	+ 141	+ 13	—	− 30	+ 180	7	Minimum
1889	− 24	− 12	− 6	+ 21	+ 117	− 37	+ 35	+ 32	+ 77	+ 227	− 50	− 23	+ 371	6	
1890	+ 1	− 27	+ 5	− 8	− 60	+ 35	+ 84	+ 96	− 19	− 56	+ 1	− 6	+ 50	—	

Um die Maximal- und Minimalperioden der Sonnenflecken zu erhalten, wurde das Mittel der Wolf'schen Zahlen aus den Jahren 1857—1889 gesucht und mit 47 ermittelt,

Es wurden nun alle Jahre, welche eine höhere Sonnenflecken-Zahl aufweisen, als zur Maximal-Periode, alle anderen hingegen als zur Minimalperiode gehörig gezählt.

Demgemäss sind die Maximalperioden der Sonnenflecken in den Jahren 1858—1863, 1868—1874 und 1880—1885, hingegen Minimalperioden in den Jahren 1864—1867, 1875 bis 1880 und 1886—1890. Diese Maximal- und Minimalperioden der Sonnenflecken sind in der vorhergehenden Tabelle durch verschiedenen Druck ersichtlich gemacht.

Nun wurde in jede Colonne die Ziffer eingesetzt, um welche sich die Monats- bezw. die ganze Jahresniederschlags-Summe über das Mittel erhob oder unter demselben zurückblieb und mit + oder — bezeichnet.

Vergleicht man diese einzelnen Ziffern auf ihr Verhalten zu den Wolf'schen Relativazahlen, so muss man gestehen, dass rücksichtlich der einzelnen Monate eine Gesetzmässigkeit schwer aufzufinden ist, so dass man sich leicht versucht glauben möchte, diesen Weg aufzugeben.

Und dennoch besteht eine innige Beziehung zwischen Niederschlägen und Sonnenflecken im Etsch-Gebiete, wenn sie auch nicht so klar zutage liegt, dass sie auf den ersten Blick auffallen müsste. Allerdings darf man diese Beziehung nur dort suchen, wo sie naturgemäss zu finden sein kann.

Wir haben bei Betrachtung der Beziehungen der Wasserstände der Etsch mit den Niederschlagsmengen gesehen, dass die maximalen Pegelstände des Jahres selbstverständlich nur mit denjenigen Monatsniederschlags-Summen harmonieren können, durch welche sie eben erzeugt sind, also vornehmlich mit den Niederschlägen der Monate September und October, in welche Monate die grossen Hochwässer fast ausnahmslos fallen.

Die Curve VII auf Tafel 39 stellt nun die Monatsniederschlags-Summen des September, die Curve VIII diejenigen des Octobers und die Curve IX das arithmetische Mittel beider dar, welches nun mit der Pegelstandscurve den besten Parallelismus zeigt, den man nur erwarten konnte. Wo der Parallelismus gestört ist, war eben das maximale Hochwasser in einem anderen Monate als September und October, musste also selbstverständlich auch anderen Gesetzen folgen.

Soll der Gesammtverlauf der September- und Octobercurve beurtheilt werden, so muss sie von dem fast alljährlichen Fluctuieren befreit werden, was dadurch geschehen ist, dass die halbe Summe der September- und October-Niederschläge gebildet, sodann aber für jedes Jahr das Mittel aus 5 Jahren, nämlich dem betreffenden Jahre, zwei vorher- und zwei nachgehenden Jahren ermittelt wurde.

Ebenso wurde auch mit den Wolf'schen Zahlen verfahren, wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich ist.

Jahr	Niederschlag		Sept. + Oct.	Sept. + Oct. : 2	Pentaden-Summe	Ausgeglich. Mittel Sept. + Oct. : 2	Wolf'sche Zahlen	Pentaden	Ausgeglich. Wolf'sche Zahlen
	Sept.	Oct.							
1857	—	75	—	—	—	—	23	—	—
1858	60	140	200	100	—	100	55	172	57
1859	61	86	147	73	307	102	94	345	69
1860	185	83	268	134	433	86	96	381	76
1861	104	18	122	61	397	79	77	370	74
1862	83	47	130	65	413	82	59	323	65
1863	78	51	129	64	355	71	44	258	51
1864	127	52	179	89	324	65	47	197	39
1865	16	137	153	76	376	75	31	145	29
1866	57	4	61	30	429	86	16	138	27
1867	128	106	234	117	398	79	7	165	33
1868	117	177	294	147	422	84	37	273	54
1869	74	42	116	58	418	83	74	368	74
1870	74	67	141	70	423	85	139	463	92
1871	42	10	52	26	335	67	111	492	98
1872	82	162	244	122	319	64	102	463	93
1873	85	74	159	79	300	60	66	341	68
1874	23	21	44	22	320	64	45	242	48
1875	37	66	103	51	226	45	17	151	30
1876	49	44	93	46	264	53	12	89	18
1877	31	25	56	28	263	52	11	52	10
1878	110	124	234	117	310	62	4	66	13
1879	47	16	63	31	342	68	8	108	22
1880	80	97	177	88	496	99	31	155	31
1881	75	81	156	78	495	99	54	216	43
1882	208	156	364	182	509	102	58	271	54
1883	157	75	232	116	613	123	65	291	58
1884	63	28	91	45	573	115	63	262	52
1885	242	142	384	192	445	89	51	217	43
1886	19	58	77	38	492	98	25	159	32
1887	95	13	108	54	600	120	13	102	20
1888	234	92	326	163	456	91	7	26	9
1889	—	306	306	153	364	121	6	—	—
1890	74	23	97	48	—	48	—	—	—

Die so erzielten Daten wurden in die Tafel 39 eingetragen, wodurch sich die Curve X als ausgeglichenes arithmetisches Mittel der September- und October-Niederschläge ergibt. Dieselbe Curve im grösseren Maasstabe aufgetragen liefert die Curve V.

Vergleicht man diese Curve V mit der Curve der Sonnenflecken II und mit der Pegelstandscurve XI, so findet man zwischen allen drei Curven eine auffallende Uebereinstimmung, die keinesfalls auf einem Zufall, oder gar auf einer willkürlichen Deutung beruht.

Die Curve der September- und October-Niederschläge (V) lauft, wenn man sich die kleineren Schwankungen durch eine vermittelnde Curve ausgeglichen denkt, was zu zeichnen gar nicht erst nöthig erschien, fast parallel zur Sonnenfleckencurve.

Den Minima der Flecken um 1865, 1877 und 1890 (Curve II) entsprechen die tiefen Einsattelungen der Regencurve um dieselbe Zeit, den Maxima der Sonnenflecken um 1860, 1870 und 1883 ebenso die Maxima der Niederschläge um 1859, 1870 und 1883. Diese Maxima spiegeln sich aber auch in der Pegelcurve wieder.

Der mächtigen Welle der Sonnenflecke 1880 bis 1890 entspricht die analoge Welle der September- und October-Niederschläge.

Der Sonnenfleckenwelle 1857—1864 entspricht die Niederschlagswelle 1858—1864 und der Sonnenfleckenwelle 1865—1877 die Niederschlagswelle 1864—1877.

Auf den ersten Blick fällt es jedoch auf, dass, während die Sonnenfleckenwelle 1865—1877, das ist die mittlere Welle der Tafel 39, weit höher ist, als die letzte Sonnenfleckenwelle 1877—1890, bei den Niederschlagswellen das Umgekehrte der Fall ist, das heisst es ist die mittlere Niederschlagswelle 1864—1877 gerade kleiner als die Niederschlagswelle 1877—1890 und auch kleiner als die Niederschlagswelle 1858—1864.

Man sollte versucht sein zu glauben, dass denn die Uebereinstimmung doch keine so klare sei und doch ist das Gegentheil der Fall. Bedenkt man nämlich, dass gerade im Jahre 1872 ein auffallend hohes, ja das höchste bisher beobachtete Jahresmaximum der Niederschläge war, so sollte die relative Niederkeit der Niederschlagswelle 1864—1875 noch mehr auffallen, wenn man aber berücksichtigt, dass im Jahre 1872 und den Nachbarjahren in den Monaten Juli und August bedeutend grössere Niederschläge gefallen sind, als in denselben Monaten in der Zeit 1880—1890, so klärt sich das scheinbare Räthsel sehr einfach auf.

Die Niederschlagswelle 1877—1890 ist deshalb so hoch, weil sich in ihr die Regenmassen hauptsächlich auf die Monate September und October vertheilten, während in der Zeit 1865—1875 gerade die Juli- und August-Niederschläge die bedeutenderen waren, so dass sich die Regengüsse auf vier Monate vertheilten, daher in der September- und Octobercurve nur abgeschwächt ersichtlich sein können.

Zum Beweise, dass die Niederschlagssummen der Monate Juli und August in der Zeit 1865—1877 weit grösser waren als in der Zeit 1877—1889 dient die Tabelle auf Seite 283.

Die Daten dieser Tabelle wurden in die Tafel 39 übertragen und hindurch die Curve III (ausgeglichenes Mittel der Niederschlagssummen der Monate Juli und August) gebildet, wobei bemerkt wird, dass die letzten steil aufsteigenden Punkte nicht mehr verlässlich sein können, weil der Anschluss fehlt und daher das Mittel der Pentaden, das jedenfalls viel kleiner ausgefallen sein müsste, nicht gebildet werden konnte.

Hält man die September- und Octobercurve als Vermittlerin zwischen der Sonnenfleckencurve und der Curve der

Jahr	Monatsniederschlags-Summe		Summe der Niederschläge im Juli und August	Mittel der Niederschlagssummen v. Juli und August	Summen aus je 5 Daten	Ausgeglichenes Mittel aus je 5 Daten
	Juli	August				
1858	157	53	210	105	105	105
1859	57	91	148	74	282	94
1860	97	110	207	103	530	106
1861	106	56	162	131	461	92
1862	82	152	234	117	457	91
1863	11	61	72	36	454	91
1864	72	68	140	70	402	80
1865	88	112	200	100	335	67
1866	60	98	158	79	406	81
1867	38	63	101	50	454	91
1868	131	84	215	107	465	93
1869	55	82	137	118	504	101
1870	33	90	123	111	558	111
1871	102	35	137	118	557	111
1872	47	162	209	104	549	109
1873	108	104	212	106	554	111
1874	136	84	220	110	480	96
1875	148	85	233	116	480	96
1876	31	58	89	44	496	99
1877	155	53	208	104	541	108
1878	49	95	144	122	513	103
1879	77	53	130	155	542	108
1880	86	91	177	88	520	104
1881	80	67	147	73	476	95
1882	85	80	165	82	412	82
1883	111	45	156	78	390	78
1884	124	59	183	91	395	79
1885	40	93	133	66	379	76
1886	66	91	157	78	376	75
1887	55	78	133	66	404	81
1888	69	82	151	75	514	102
1889	121	118	239	119	370	123
1890	170	182	352	176	—	176

Pegelmaxima fest im Auge, so erkennt man den genauen Zusammenhang zwischen den beiden letzteren.

Aus dieser Studie ergeben sich folgende wichtige Schlussfolgerungen:

1. Zur Zeit der Maxima der 11-jährigen Sonnenflecken-Periode erreichen die Niederschlagssummen der Monate September und October weit grössere Höhen als zur Zeit der Minima, so dass die Curve der September- und October-Niederschläge in der Regel der Sonnenfleckencurve parallel lauft.

2. Treten auch in anderen Monaten, beispielsweise auch im Juli und August starke Niederschläge auf, dann wird das Maximum der September- und October-Niederschläge zur Zeit des Fleckenmaximums verhältnismässig schwächer, wodurch die Parallelität der Curve der September- und October-Niederschläge einerseits und der Sonnenfleckencurve anderseits weniger prägnant hervortritt.

3. Fallen die höchsten Niederschläge auf die Monate September und October concentriert, was im Etsch-Thale in der Regel bei den grössten Katastrophen der Fall ist, dann laufen die Curven der Sonnenflecken, der September- und October-Niederschläge und der Pegelmaxima deutlich parallel.

4. Vertheilen sich die höchsten Niederschläge ausser auf September und October auch noch auf andere Monate in ausgiebiger Weise, dann sind auch die maximalen Pegelstände entsprechend niedriger, als es sonst dem Stande der Sonnenfleckenfrequenz entsprechen würde.

Fragt man sich nun, ob diese ganz neuen Resultate irgend etwas überraschendes haben, so muss man unbedingt mit Nein antworten und zwar aus folgenden Gründen:

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Periodicität der Wirbelstürme mit dem Gange der Sonnenflecken übereinstimmt. Es ist dies nicht nur für zahlreiche Fälle, namentlich für die Tropen glänzend erwiesen, sondern es liegt auch in der Natur der Sache. Muss ja doch eine stürmische, lebhafte Thätigkeit der Sonnenatmosphäre, durch welche die Sonnenflecken eben erzeugt werden, durch ungleichmässige Ausstrahlung ganz analoge Vorgänge, also Wirbelstürme in der irdischen Atmosphäre hervorrufen, was auch erwiesen ist.

Da nun im Etsch-Thale die grössten Wirbelstürme erwiesenermaassen seit einem Jahrtausend hauptsächlich nur im September und October auftreten, so ist es klar, dass sich die Sonnenfleckenhäufigkeit speciell in den Wirbelstürmen dieser beiden Monate äussern muss. Alle grossen Regen- und Hochwasserkatastrophen des Etsch-Thales sind aber erfahrungsmässig durch gewaltige cyclonische Luftströmungen entstanden, es stehen daher die Niederschlagsmengen der Monate September und October mit der Zahl, Ausdehnung und Stärke der Wirbelstürme und somit auch mit der Häufigkeit der Sonnenflecken in directem Verhältnisse.

Zur Bekräftigung der auf Tafel 39 verzeichneten Resultate liefert noch Tafel 40, Fig. 1 und 2, weitere Beweise aus ganz anderen weit entlegenen Gebieten des Etsch-Thales.

Fig. 1, Tafel 39, gibt die vergleichende Zusammenstellung der Wasserstände der Etsch mit den Niederschlägen und der Häufigkeit der Sonnenflecken für die Pegelstation Calliano und die Beobachtungs-Station Riva.

Auch hier zeigt es sich, dass die Curve der Jahressummen der Niederschläge nur unvollkommene Beziehungen zu der Curve der maximalen Pegelstände zeigt.

Das Mittel der Jahresniederschlags-Summen im Decennium 1870—1879 war 1132 *mm*, dasjenige im Decennium 1880 bis 1889 stieg bis auf 1186, es ist also auch hier eine Zunahme der jährlichen Niederschlagssummen im letzten Decennium erwiesen, wodurch ein Theil der Hebung der Pegelmaxima in der Zeit 1880—1889 erklärt ist. Dass diese Hebung nicht noch grösser ist, erklärt sich durch die bedeutende Eintiefung der Etsch-Sohle an dieser Flusstrecke infolge der Etsch-Regulierung, welche ihren höchst günstigen Einfluss, namentlich in dieser Strecke, schon längst zeigt.

In Fig. 1, Tafel 39, sind weiter die Curven der Monatssummen der Niederschläge für September, dann für October und schliesslich das arithmetische Mittel beider dargestellt, woraus sich eine geradezu überraschende Uebereinstimmung der letzteren Curve mit der Curve der Pegelmaxima ergibt. Es kann dies auch nicht anders sein, da ja die September- und October-Niederschläge eben diejenigen sind, welche die maximalen Pegelstände in der Regel erzeugen.

Schliesslich ist eine nach Pentaden ausgeglichene Curve der September- und October-Niederschläge dargestellt, welche eine ziemlich, wenn auch gewiss nicht vollkommen befriedigende Parallelität mit der Sonnenfleckencurve zeigt.

Jedenfalls entsprechen den Fleckenmaxima 1871 und 1883 die Niederschlagsmaxima 1872 und 1881 (1882) sehr gut und auf das Fleckenminimum 1876 bis 1879 fällt das Niederschlagsminimum 1875. Auch hier sind die Endpunkte nicht mehr ganz verlässlich, daher eine Discontinuität nicht von Bedeutung.

Eine dritte analoge Studie liefert Fig. 2, Tafel 40, für die Pegelstände in Trient und die meteorologische Beobachtungsstation St. Michele.

Die maximalen Pegelstände zeigen ein Ansteigen, denn während das Mittel in der Zeit 1876—1881 bloss 3·567 *m* betrug, erreichte das Mittel der Jahre 1882—1889 bereits 4·317 *m* über Null am Pegel von St. Lorenzo in Trient. Auch hier ist diese Hebung durch die bedeutende Zunahme und die ungünstigere Vertheilung der Niederschläge auf die gefährlichsten Monate, das ist die September- und October-Monate bedingt.

Das Mittel der Jahresniederschläge 1876—1881 betrug nämlich 1020 *mm*, in der Zeit 1881—1889 aber bereits 1057 *mm*. Die Uebereinstimmung der Jahresniederschlags-

Curve mit der Pegelcurve ist auch hier nur eine unvollkommene.

Es wurde auch eine ausgeglichene Curve der Jahresmittel der Niederschläge construiert, welche mit der Curve der Jahresmaxima der Lufttemperatur gut übereinstimmt.

Ein sehr glückliches Uebereinstimmen zeigt sich zwischen dem Mittel aus dem September- und October-Niederschlage und der Pegelcurve.

Das ausgeglichene Mittel der September- und October-Niederschläge zeigt, wenn man sich eine Mittelcurve denkt, die die kleinen Fluctuationen durchquert, eine sehr gute Parallelität mit der Curve der Sonnenflecken.

Beide haben das gleiche Maximum im Jahre 1883 und die Minima zu beiden Seiten der Wellen zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf.

Auch hier haben sich also zur fleckenreichen Zeit die Niederschläge besonders auf die September- und October-Monate geworfen und dadurch die Ueberschwemmungen verursacht, was zur fleckenarmen Zeit bei weitem nicht in so hohem Maasse der Fall war.

Die vorliegenden Resultate sind aber umso überraschender, als es klar ist, dass im Hochgebirge so viele Factoren mitwirken, welche den Einfluss sei es der Sonnenflecken, sei es grösserer Klimaschwankungen verdecken und oft ins Gegentheil umkehren, so dass es schwer wird, den rothen Faden des Ganges klarzulegen.

In dieser Richtung wird es also zuerst nothwendig sein die Windrichtung, die Luftfeuchtigkeit u. s. w. in Rechnung zu ziehen, um mit Hilfe einer dann zu ermittelnden Formel den Einfluss der Sonnenflecken auf die Temperatur und das Klima im allgemeinen im Etsch-Thale festzustellen und überhaupt andere, sei es mit den Sonnenflecken parallel gehende, sei es von ihnen unabhängige Klimaschwankungen zu ermitteln.

Dass die Wasserstände der Etsch durch die 11-jährige Periode der Sonnenflecken beeinflusst werden, sei es als directe Folge, sei es als Parallelerscheinung, unterliegt nunmehr keinem Zweifel.

Inwieweit grössere Perioden vorhanden sind, muss einem weiteren, eingehenden Studium überlassen bleiben, wozu noch genügende Beobachtungen zu fehlen scheinen. Auch ist es verfrüht, über mehrhundertjährige Perioden von Wasserständen unfruchtbare Erörterungen zu pflegen, wo noch die Wissenschaft selbst über die Art und Dauer solcher Perioden sehr im Zweifel ist.

Ein weites Feld bietet sich da noch der Arbeit und nur vorahnend kann man da eine lichtvolle Zukunft prophezeien. Besonders den Hydrotekten sei es aber empfohlen, sich mit dem Wesen der periodischen Schwankungen der Wasserstände vertraut zu machen und reichliches Materiale zu sammeln, welches Aufklärung geben kann über die Periodicität der Hochwässer.

Dass diese Frage eine hochcomplicierte ist, welche volle Sachkenntnis, Localkenntnis und Schärfe der Untersuchung erfordert, ist klar und muss man staunen, wie oft in wissenschaftlich hochstehenden Werken einfach die Wasserstände eines Flusses den Sonnenflecken-Relativzahlen entgegengestellt werden, in der Meinung, dass sich daraus schon der Zusammenhang beider, falls er vorhanden ist, ergeben müsse. Es wird dann oft einfach jeder Zusammenhang beider Factoren in Abrede gestellt, ohne der Sache weiter auf den Grund zu gehen.

Es ist dies auch begreiflich, wenn man bedenkt, dass ja dem Laien in der Hydrotechnik die Tiefe der Sach- und Localkenntnis zumeist abgeht, die zur Erörterung der Flusswasserstände gehört. Stauungen, Einflüsse von Regulierungswerken und zahlreiche andere Factoren sind zumeist nur dem Flussbau-Ingenieur eines bestimmten Flusses bekannt und nur dieser ist meist imstande alle störenden Nebenelemente vom Kern der Sache loszuschälen.

Darum ist es aber auch unerlässlich, dass sich die Wasserbau-Ingenieure eingehende meteorologische Kenntnisse verschaffen, wozu schon an den technischen Hochschulen durch Gründung von Lehrkanzeln und Observatorien vorgesorgt werden sollte.

Die Hydrotechnik beginnt sich überhaupt bereits so zu specialisieren, dass es bald unerlässlich werden dürfte, eigene Fachabtheilungen für den Wasserbau an den technischen Hochschulen zu gründen, wobei auf die Meteorologie, physikalische Geographie, Hydrometrie, Agricultur, Pedologie, National-Oekonomie u. s. w. mehr Gewicht gelegt werden sollte, als dies heute geschieht.

Nur so geschulte Kräfte werden in der Lage sein, den aufs äusserste gespannten Anforderungen zu entsprechen, welche die künftigen Jahre an den Hydrotekten stellen werden.

116. Capitel.

Zusammenhang der Sonnenflecken mit den Getreide- und Weinpreisen im Etsch-Gebiete.

Der Zusammenhang der Sonnenflecken-Perioden mit dem Ernteergebnis einzelner Getreidearten und dem Ertrag des Weines wurde seit Herschel's berühmt gewordenem und bereits erwähntem Beispiel oft in Zweifel gezogen.

Gleichwohl wurden diese Vergleichungen, namentlich in neuerer Zeit, mit grossem Eifer aufgenommen und haben zu ansehnlichen Resultaten geführt. Es ist auch klar, dass die Pflanze, welche von der Sonne so äusserst abhängig ist, die Variationen der Sonnenthätigkeit am besten wiederspiegeln muss. Allerdings wären hiezu umfassende Beobachtungen über Quantität und Qualität der Ernten, über den Eintritt der Blütezeit u. s. w. nothwendig, welche für längere Zeitperioden noch fehlen, da die Ertragsstatistik auf moderner Grundlage eine Wissenschaft der Neuzeit ist.

Häufig stehen nur die Preise zur Verfügung, durch welche die Vergleichung noch schwieriger wird, da die Handelspreise bestimmter Getreidearten von Handelsconstellationen, von den Ernteergebnissen der Nachbarländer, Kriegen, Krankheiten u. s. w. abhängen.

Herschel fand nach den allerdings nur ungenügenden Untersuchungen der englischen Weizenpreise, dass der Weizen im Durchschnitte wohlfeiler war in fleckenreichen, theuerer in fleckenarmen Jahren, wobei der Unterschied kaum 9% betragen soll.

Hingegen führt die Untersuchung der englischen Weizenpreise von 1701—1873 (nach den Berichten des Londoner Agric.-Club und der Oesterr. landwirtschaftlichen Zeitschrift), der Amsterdamer Roggen- und Weizenpreise von 1701—1777 (nach Krünitz, Encykl., Bd. 46), der Altenburger (sächs.) Roggenpreise von 1746—1846 (nach Mittheilungen aus dem Osterlande, Bd. 9), der Weizenpreise Frankreichs und Preussens von 1800—1860 (nach Zeitschr. d. K. preuss. statist. Bureaus 1861) und der Elsässer Getreidepreise von 1819—1866 (nach Grad. Climat d'Alsace), wenn sämmtliche Werte auf das gleiche Mittel reduciert und dann die 5-jährigen Mittel berechnet werden, nach Fritz[1] zu folgenden Verhältnissen:

[3] Hermann Fritz: Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde. (Von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem gekrönte Preisschrift.) Veröffentlicht in „Natuurkundige Verhandelingen etc." Haarlem 1878.

	Flecken-Maxima	-Minima
für das 18. Jahrhundert	54·2	58·4
„ „ 19. „	89·8	87·4

woraus folgt, dass im 18. Jahrhunderte die Preise zur Zeit der Fleckenminima, im 19. Jahrhunderte aber zur Zeit der Fleckenmaxima grösser waren.

Im grossen und ganzen lässt sich wohl behaupten, dass die trockenen und warmen Jahre fruchtbarer sein werden, als die kühlen und nassen, wobei selbstverständlich das Eintreten vollständiger Dürre das Resultat umkehren kann.

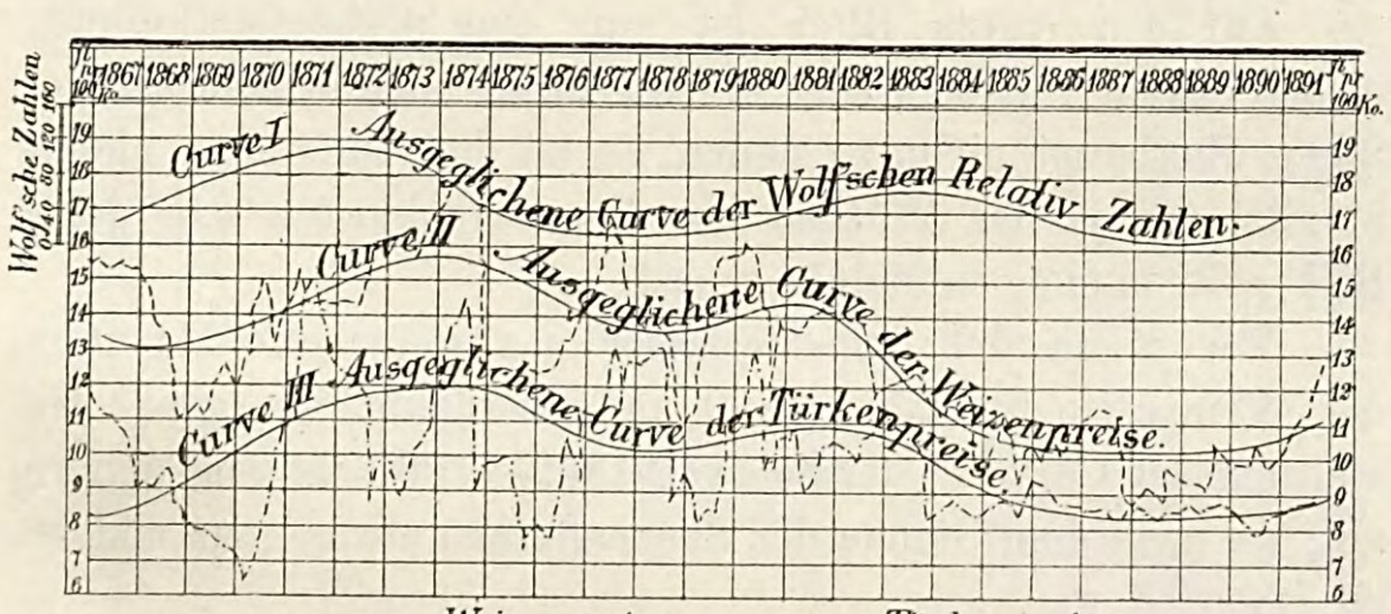
Da nun warme und trockene Jahre häufiger zur Zeit der Fleckenminima eintreten, so werden auch zu dieser Zeit die besten Ernteerträgnisse resultieren.

Die Preise der Getreidearten sind nun allerdings auch von anderen Constellationen abhängig, in der Regel werden sie aber doch ein gewisses Verhältnis zu den Ernteergebnissen zeigen und lassen sich die Einflüsse der Ernteergebnisse der Nachbarländer immerhin auch verfolgen, so dass auch ein Vergleich der Getreidepreise mit den Sonnenflecken eine Uebereinstimmung zeigen muss.

In der nachstehenden Fig. 67 ist der Vergleich der Weizen- und Türkenpreise im Bezirke der Bozener Handelskammer, welche ich der Gefälligkeit dieser löblichen Körperschaft verdanke, mit der Frequenz der Sonnenflecken durchgeführt:

Fig. 67.

Vergleichende graphische Darstellung der Schwankungen der Mittelpreise von Weizen und Türken im Bezirke Bozen 1867—1891 mit den Wolf'schen Relativzahlen über die Frequenz der Sonnenflecken.



---------- Weizenpreise ._._._._._. Türkenpreise

Die Curve I stellt die Wolf'schen Relativzahlen der Sonnenfleckenfrequenz (ausgeglichen nach Pentaden), die Curve II die Durchschnittspreise des Weizens und die Curve III diejenigen des türkischen Weizens (Maises) dar.

Die grossen Schwankungen, die sich im Laufe eines und desselben Jahres in den Preisen ergeben, hängen offenbar von Handelsconstellationen ab und sind für die Beurtheilung des Verlaufes von Perioden nicht in Betracht zu ziehen. Es handelt sich vielmehr nur darum, den Verlauf im grossen und ganzen zu erkennen.

Zieht man zu diesem Behufe eine ausgleichende Curve in der Art, dass sie in der Mitte der Schwankungen niederer Ordnung in der Art verbleibt, wie die Nivellete einer Eisenbahn zwischen Auftrag und Abtrag des Erdmateriales, so ergeben sich die Curven II und III, welche den durchschnittlichen Verlauf der Weizen- und Maispreise in der Zeit von 1867—1891 darstellen.

Alle drei Curven haben mit grosser Annäherung die Minima gemeinsam in den Jahren 1867, 1878 und 1889, also in 11-jährigen Perioden, während die Maxima der Getreidepreise mit den Maxima der Sonnenflecken um etwa 2 Jahre differieren, was von keiner Bedeutung ist. Im grossen und ganzen zeigt sich ein überraschender Parallelismus zwischen Sonnenfleckenfrequenz und Getreidepreisen, woraus man zu dem Schlusse gelangt, dass für diese Periode im Kammerbezirke Bozen die Getreide am theuersten zur Zeit der Fleckenmaxima und am billigsten zur Zeit der Fleckenminima gewesen sind.

Da im allgemeinen die Getreidepreise desto höher werden, je geringer der Ernteertrag ist, so kann umgekehrt der Schluss gezogen werden, dass die Jahre der Fleckenminima eine gute Ernte, diejenigen der Fleckenmaxima aber eine mindergute Ernte erzeugten. Dieses Resultat deutet darauf hin, dass die Jahre der Fleckenmaxima kälter und feuchter, diejenigen der Fleckenminima aber wärmer und weniger nass gewesen sind, so dass auch die Ernte in den letzteren besser gedeihen konnte. Es ist auch viel leichter einzusehen, dass wenn ein Theil der leuchtenden und wärmenden Sonnenoberfläche verfinstert ist, was eben zur Zeit der Fleckenmaxima eintritt, auch der Pflanzenwuchs und der Ernteertrag zurückbleibt, als das Umgekehrte, wie es mitunter nach Messungen der Sonnenausstrahlung, die doch einen so grossen Anspruch auf Genauigkeit unmöglich machen können, glaubhaft zu machen versucht wird.

Noch vielmehr geeignet zu einem solchen Vergleiche ist der Wein, denn dieser braucht ausgesprochenermaassen warme und trockene Jahre, welche ja erwiesenermaassen häufiger zur Zeit der Fleckenminima eintreten, während kalte und nasse Jahre, wie sie häufiger zur Zeit der Fleckenmaxima auftreten, auf das Gedeihen des Weines schädlich einwirken, den Ertrag vermindern und daher auch die Weinpreise in die Höhe treiben.

Eine Schwierigkeit ist hiebei allerdings vorhanden, nämlich das Auftreten der Rebenkrankheiten, welches namentlich im Etsch-Gebiete ungeheuere Dimensionen erlangt und die Resultate beirrt. Wir werden aber sehen, dass es möglich ist, den Einfluss dieser Krankheiten graphisch darzustellen, bezw. aus der Curve der Weinpreise zu eliminieren.

Derartige allgemeine Untersuchungen sind nicht neu und nur der graphischen Eliminierung der Rebenkrankheiten aus den Vergleichscurven ist Verfasser bisher nirgends begegnet.

Schon Hahn hatte 1877[1] darauf aufmerksam gemacht, dass zwischen den bekannten guten Weinjahren und den Minima der Fleckenfrequenz, bezw. den Jahren, die unmittelbar darauf folgen, eine klare Uebereinstimmung vorliegt. Es sind:

Berühmte Weinjahre und Fleckenminima:

1783	1811	1822	1834	1846	1857	1858	1859	1865	1868
1784	1810	1823	1833	1844		1856		1867	

Aus früherer Zeit: Weinjahre: 1611 1634
Fleckenminima: 1610 1634

Von ganz schlechten Jahren erwähnte Hahn nur 1740, 1816, 1860 (Fleckenmaxima 1738, 1816, 1860) und erwähnt auch den in vielen Weingegenden schon seit alter Zeit eingewurzelten Glauben, dass eine wirklich gute Weinernte sich erst nach etwa zehn Jahren wiederholt, was für die Richtigkeit der obigen Zusammenstellung sprechen würde.

Auch Schuster[2] kam zum selben Resultate, während Professor Tomaschek in Wien nachwies, dass die Weinernte in Maulern in fleckenreichen Jahren um 5 Tage später beginnt als in fleckenarmen.

Fritz hat auf Grund eines äusserst umfassenden Materiales die 11-jährige Periode des Weinerträgnisses erwiesen, kam aber zu dem Resultate, das die guten Weinjahre auf die Zeit der

[1] Hahn: Beziehungen der Sonnenflecken zu den meteorologischen Erscheinungen.

[2] Zeitschrift der österr. meteorologischen Gesellschaft 1877.

Fleckenmaxima fallen. Verfasser ist jedoch überzeugt, dass dies nur auf einer anderen Deutung der Resultate beruht, denn vergleicht man die Curven der dem Werke des Herrn Professor Fritz[1] beigelegten Tafel, so zeigen die drei Wein-Ertragscurven von Nassau, Württemberg und Hochburg doch offenbar den entgegengesetzten als den von Professor Fritz gedeuteten Verlauf, was umsomehr der Fall ist, als ja das Maximum des Weinertrages nicht gerade im Jahre des Flecken minimums, sondern in den ersten Jahren nach demselben analog anderen Erscheinungen eintrifft. Viele Autoren bezeichnen geradezu die Jahrgänge vom Minimum zum Maximum als die wärmeren und trockeneren, also für den Weinertrag günstigeren.

Die Maxima der Weinerträge der genannten drei Curven fallen in den Jahren 1834—1836, doch mit dem Sonnenfleckenminimum vom Jahre 1835 und keineswegs mit einem Maximum zusammen. Dasselbe ist mit den Maxima der Weinerträgnisse vom Jahre 1857 der Fall, welches ganz klar dem Fleckenminimum von 1857 entspricht und ebenso mit dem Maximum der Weinerträgnisse Nassau vom Jahre 1868, welches offenbar dem Minimum der Flecken 1867 zugehört, wie sich aus dem ganzen Verlauf beider Curven klar erkennen lässt.

Die Maximalerträge von Württemberg und Hochburg 1869 sind ebenfalls nach dem ganzen Verlauf der Curven dem Minimum der Flecken 1867 zugehörig, wenn auch etwas gegen die Phänomene der Sonnenthätigkeit verspätet, was ganz natürlich ist.

Der Weinertrag von Preussen zeigt allerdings einige Discordanz, doch macht auch dieser den Eindruck der Fritz'schen Tafel nicht schwankend.

Ebenso wenig überzeugend ist auch die im Fritz'schen Werke enthaltene Tabelle (Pag. 297), wornach sich die Maxima der Sonnenflecken und der Weinterträge folgendermaassen stellen.

Maxima der		Unterschied
Weinerträge	Sonnenflecken	
1704	1706	+ 2
1718	1718	0
1727	1728	+ 1
1737	1739	+ 2
1750	1750	0
1762	1762	0
1775	1770	— 5
1782	1778	— 4
1790	1788	— 2
1804	1804	0
1819	1816	— 3
1826	1830	+ 4
1835	1837	+ 2
1847	1848	+ 1
1858	1860	+ 2
1869	1870	+ 1
1875	1870	— 5
1883	1883	0

In dieser Tabelle ergeben sich zwischen den Maximalzeiten der Weinerträge und der Sonnenflecken die grössten Differenzen, nämlich zweimal solche zu 5 Jahren, zweimal zu 4 Jahren, einmal zu 3 Jahren, fünfmal zu 2 Jahren, dreimal zu 1 Jahr und nur fünfmal ist überhaupt eine Uebereinstimmung constatiert.

Da nun vom Minimum zum Maximum durchschnittlich nur $5^1/_2$ Jahre Unterschied, manchmal aber nur 4, ja sogar blos 3 Jahre, wie beispielsweise von 1867—1870 oder 1834 bis 1837, so ist schon mitunter ein Jahr mehr oder weniger entscheidend, ob das Maximum des Weinertrages zum Maximum oder zum Minimum der Sonnenflecken beizuzählen sei. Es muss daher aus den Fritz'schen Zusammenstellungen, welche mit Rücksicht auf die ungeheuere Ausdehnung und Dauer der Beobachtungen geradezu von entscheidendem Werte sind, der Schluss gezogen werden, dass die besten Weinjahre mit den Fleckenminima mit einer kleinen Verspätung von 1—2 Jahren übereinstimmen, hingegen die Maximalzeiten, insbesondere die auf die Maxima der Flecken unmittelbar folgenden Jahre die schlechtesten Weinerträge liefern.

Verfasser kann nicht unbemerkt lassen, dass durch diese andere Auffassung der Resultate die grosse Achtung, auf welche die hervorragenden Werke des Herrn Professor Fritz berechtigten Anspruch besitzen, selbstverständlich nicht die geringste Einbusse erleidet.

Um nun zu untersuchen, in welchem Verhältnisse die Sonnenfleckenfrequenz mit dem Weinerträgnisse im Etsch-Thale in Verbindung stehe, standen dem Verfasser leider nur die Weinpreise zur Verfügung, diese aber allerdings vom Jahre 1786 bis zum Jahre 1891 also für einen Zeitraum von 105 Jahren. Ausserdem verdankte der Verfasser der Freundlichkeit der Handels- und Gewerbekammer in Bozen wichtige Daten über die Qualität der Ernte und das Auftreten der Traubenkrankheiten, welche in der Tabelle auf Seite 287 wiedergegeben erscheinen.

Die Resultate dieser Tabelle wurden bezüglich des Weinpreises in der Fig. 68 auf Seite 288 dargestellt.

In dieser Figur stellt die obere Curve die Sonnenfleckenzahlen von 1784—1890, die untere Curve die Weinpreise in derselben Zeit dar.

Auf den ersten Blick ist nun eine Uebereinstimmung dieser beiden Curven weder in dem einen, noch in dem anderen Sinne überhaupt nicht zu finden. Es ist dies auch nicht anders möglich, da ja das Wüthen der Rebenkrankheiten das ganze Bild vollkommen entstellen musste.

Vor allem fiel dem Verfasser das ungeheure Maximum der Weinpreise im Jahre 1859 und überhaupt die ganze Gestaltung der Curve in der Zeit von 1852—1865 als ganz abnorm auf, da nach dem Stande der Sonnenflecken etwas ganz anderes zu erwarten war.

Verfasser forschte nach den Ursachen dieser offenbaren Abnormität und fand dieselbe in der klarsten Weise in der Rebenkrankheit.

Wie nämlich aus den von der Handels- und Gewerbekammer in Bozen gelieferten Daten zu entnehmen ist, begann die Rebenkrankheit (Oidium) im Jahre 1850, trat 1851 bereits merklich auf, nahm 1852 zu, so dass 1853 die Lese in allen Weingärten total verdorben war. In der Zeit von 1854—1858 trat die Krankheit sehr stark auf und erreichte im Jahre 1859 das höchste Stadium. Von da an geht die Krankheit, namentlich seit der ersten Anwendung des Schwefels im Jahre 1862, rasch zurück, und im Jahre 1865 finden wir bereits eine gute Ernte guten und starken Weines.

Eine derartige Landeskatastrophe, wie diese Krankheit war, konnte selbstverständlich auf die Weinpreise nicht ohne Einfluss bleiben, vielmehr stiegen dieselben successive mit dem Zunehmen der Krankheit und erreichten im höchsten Stadium der Krankheit, das ist im Jahre 1859, thatsächlich die grössten Höhen, wozu noch der Krieg dieses Jahres einiges beitrug.

Trotz dem alles verändernden Einflusse der Rebenkrankheit und des 1859er italienischen Feldzuges ist aber dennoch zur Zeit des Sonnenflecken-Minimums 1856 eine tiefe Einsattelung in der Preiscurve zu erkennen, als Beweis, dass zu dieser Zeit

[1] Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie, Leipzig 1889. (Ein vortreffliches, sehr zu empfehlendes Werk, aus dem hier vielfach geschöpft wurde, um sich auf die bedeutende Autorität Prof. Fritz' stützen zu können.)

Zusammenstellung der Durchschnittspreise für Maische und Wein per Hektoliter in Bozen.

Jahr	Bemerkungen	Maische fl.	Maische kr.	Wein fl.	Wein kr.
1786		2	47	3	85
1787		4	76	7	42
1788		2	53	3	95
1789		3	70	5	77
1790		4	76	7	42
1791		5	55	8	62
1792		5	29	8	25
1793		5	29	8	25
1794		5	82	9	07
1795		6	35	8	80
1796		7	40	11	18
1797		8	46	14	85
1798		7	93	12	10
1799		11	11	18	70
1800		16	93	26	40
1801		9	52	11	55
1802		6	35	8	80
1803		4	23	6	60
1804		4	49	7	97
1805		10	84	17	60
1806		12	70	18	15
1807		6	88	11	—
1808		5	55	8	25
1809		7	93	15	30
1810		11	64	18	15
1811		7	87	11	83
1812		9	—	14	03
1813		11	11	19	80
1814		18	27	27	51
1815		10	06	15	95
1816	Sehr nass, Hungerjahr	19	—	29	71
1817		10	58	16	50
1818		6	88	10	73
1819		7	93	11	55
1820		5	55	8	80
1821		9	52	18	23
1822		7	40	12	10
1823		5	92	9	35
1824		7	93	11	55
1825		5	64	8	80
1826		3	94	6	05
1827		5	50	8	58
1828		5	03	7	70
1829		4	61	7	10
1830		5	30	8	25
1831		4	50	7	15
1832		7	10	11	13
1833		6	98	10	90
1834		6	27	9	80
1835	Viel Sauerwurm	7	05	11	—
1836	Sehr viel Gossenfrass (Sauerwurm)	9	85	15	40
1837	" " " "	6	35	9	90
1838	" " " "	6	10	9	62
1839	Guter Wein	5	82	9	07
1840	Viel aber schlechter Wein	4	76	7	42
1841	Wenig aber guter Wein	6	08	9	53
1842	Guter Wein	5	29	8	25
1843	Mittelmässiger Wein	5	19	8	07
1844	Guter Wein aber Rebtod (Winterfrost)	6	88	10	72
1845	Guter Wein	5	64	8	80
1846	Wenig, doch sehr guter Wein	6	66	10	45
1847	Mittelmässiger Wein	5	29	8	25
1848	" "	5	47	8	52
1849	" "	5	92	9	24
1850	Anfänge der Traubenkrankheit (Oidium)	7	83	12	20
1851	Merkliches Auftreten derselben	10	58	16	50
1852	Zunehmen der Krankheit	13	26	17	36
1853	Lese in allen Weingärten total verdorben	—	—	27	51
1854	Sehr starkes Auftreten der Krankheit	18	4	27	51
1855	" " " " "	18	34	28	61
1856	" " " " "	16	40	23	10
1857	" " " " "	18	34	28	61
1858	" " " " "	18	4	27	50
1859	Die Traubenkrankheit im höchsten Stadium	—	—	40	71
1860		17	66	27	22
1861		18	90	24	90
1862	Erste Anwendung des Schwefels	10	08	14	41
1863		11	97	18	34
1864		9	45	13	91
1865	Guter, starker Wein	6	88	11	39
1866	Sehr guter Wein	6	75	9	82
1867	Guter Wein	6	30	11	13
1868	Sehr starker Hagelschlag	7	56	13	10
1869	Mittelmässiger Wein, Auftreten des Frostes, Schwindpocken	9	45	14	41
1870	Guter Wein	8	19	12	44
1871	Massenerträgnis, Qualität gering	6	30	10	48
1872	Feucht, Schwindpocken	15	12	24	23
1873	Frost und sehr nasses Jahr	20	79	28	82
1874	Frost in höheren Lagen, aber gute Ernte	7	56	11	79
1875	Sehr guter Ertrag, Qualität mittelmässig	5	67	9	17
1876	Schwindpocken und Oidium, sehr stark	10	71	16	37
1877	Schwindpocken, feuchte Witterung in der Blüte	11	97	18	99
1878	Sehr nasses Jahr, Gossenfrass u. Schwindpocken	20	16	24	89
1879	Frost und Gossen (Sauerwurm)	—	—	25	—
1880	Rebentod und im Frühjahr Frostschaden	—	—	25	—
1881	Geringer Traubenansatz, aber guter Wein	—	—	26	—
1882	Sehr nasses Jahr, besonders im Herbst, Traubenfäule und Ueberschwemmung	—	—	16	—
1883	Mittelmässiges Jahr, etwas Frost	—	—	19	—
1884	Erstes Auftreten der Peronospora	—	—	22	—
1885	Peronospera, nasses Frühjahr, Ueberschwemmung	—	—	25—28	—
1886	Das Auftreten der Peronospora noch stärker	—	—	20—24	—
1887	Besser als voriges Jahr, Rückgang d. Reben Folge d. Peronospora, Bespritzung d. Reben	—	—	17	—
1888	Schwache Reben als Folge der Peronospora, wenig aber guter Wein	—	—	19	—
1889	Hagel strichweise, Gossenfrass	—	—	17	—
1890	Starker Gossenfrass, besonders in den vor. Jahr v. Hagel betroffenen Weingärten	—	—	22—25	—
1891	Rebentod, so stark wie seit Menschengedenken nicht erinnerlich	—	—	21—24	—

die Tendenz zum Preisminimum durch die störenden Ereignisse nicht ganz verwischt werden konnte. Diesem Minimum entspricht auch der Umstand, dass in den Jahren 1857—1859 anderwärts thatsächlich berühmte Weinjahre waren.

Wäre die Krankheit nicht vorhanden, so wären die Preise selbstverständlich viel geringer gewesen, und es ergibt sich bei sorgfältigster Beachtung aller Factoren, dass die Weinpreise dann in der Zeit 1850—1864 die in Fig. 68 diesbezüglich bezeichnete Curve eingehalten hätten. Diese Curve musste im Jahre 1857 ein tiefes Minimum erhalten, da ja in diesem Jahre überall eine berühmte Weinernte erzielt wurde und die Weinpreise allerwärts sehr niedrig waren, weiters ein grosses Maximum im Jahre 1860, welches allerwärts ein notorisch schlechtes Jahr war, und schliesslich nothwendigerweise ein Maximum im Jahre 1853, da damals die Krankheit noch unbedeutend war und daher kein Grund vorlag, das Ansteigen der Preiscurve vom Jahre 1849 an merklich abzuändern. — Man sieht also, dass die bei Eliminierung des Einflusses der Traubenkrankheit vom Verfasser vorgenommenen Aenderungen der Preiscurve mit Nothwendigkeit so und nicht anders geschehen mussten.

Vergleicht man jetzt die rectificierte Preiscurve von 1845 bis 1867, so ergibt sich eine überraschende Parallelität mit der Sonnenflecken-Curve, denn dem Maximum der Flecken im Jahre 1849 und dem noch ungewöhnlich grossen Fleckenstande im Jahre 1853 entspricht das Preismaximum 1853, dem Flecken-Maximum 1859 das gleichzeitige Preismaximum und ebenso entsprechen den benachbarten drei Fleckenminimas 1843, 1857 und 1868 genau die Minima der Preise.

Eine zweite Krankheit, die Schwindpocken, machte sich wieder im Jahre 1870 geltend und dauerte, wie aus den Aufzeichnungen der Handels- und Gewerbekammer in Bozen zu entnehmen ist, im Vereine mit Gossenfrass und Oidium bis 1880, in welchem Jahre der „Rebentod im höchsten Grade" constatiert wird.

Der Einfluss dieser Krankheit wurde aus der Preiscurve in folgender Weise eliminiert:

Da 1865—1868 anderwärts berühmte Weinjahre sind, im Etsch-Thale aber Schwindpocken herrschten, so mussten die relativ hohen Preise um 1870 entsprechend um ein Geringes herabgemindert werden, und zwar so tief, als dies guten Weinjahren im Etsch-Thale, also etwa dem Jahre 1822 oder 1846 entspricht. — Das grosse Preismaximum 1873 wurde ebenfalls entsprechend reduciert und ebenso das Preismaximum 1876—1882.

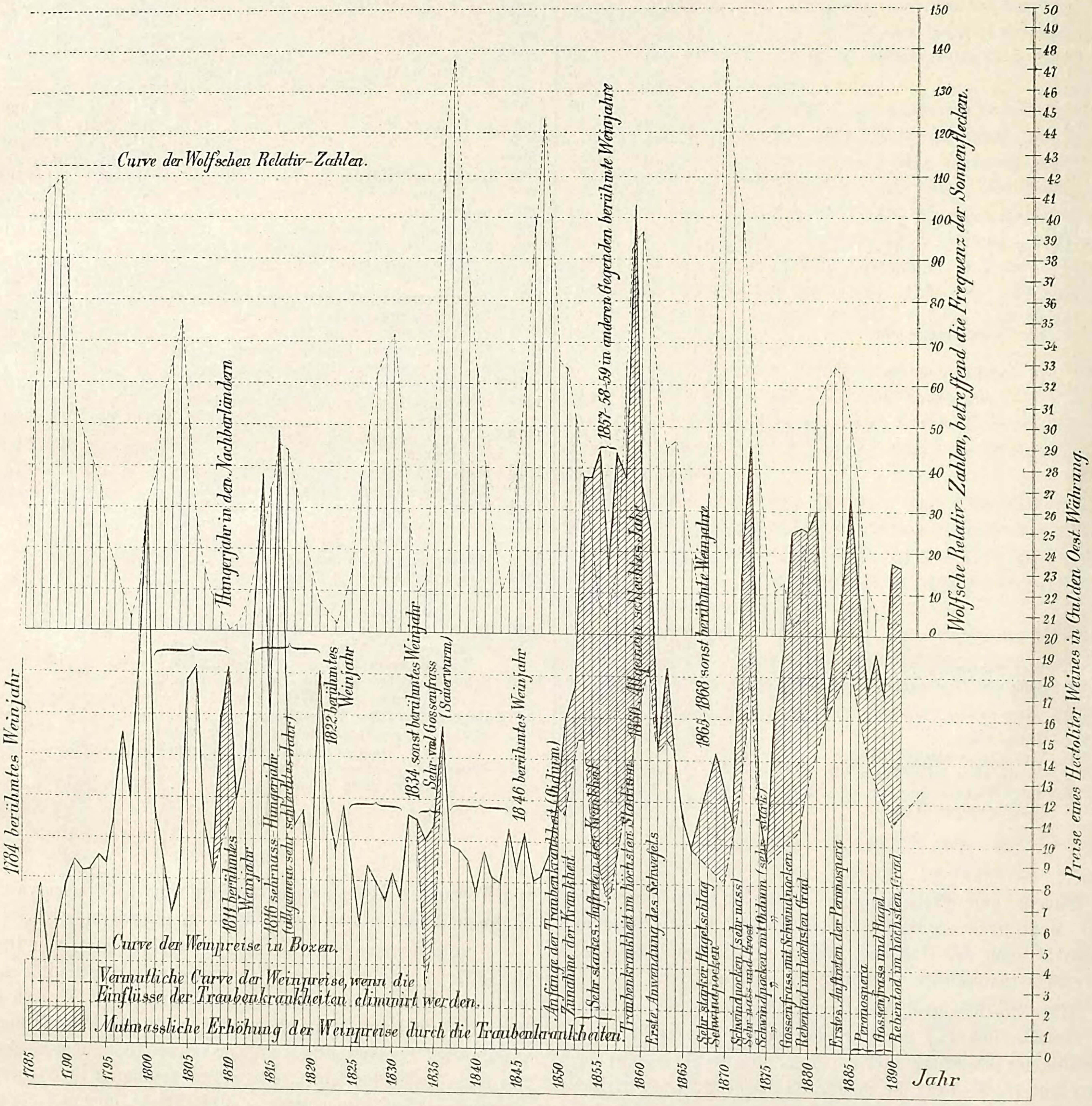
Schliesslich war im Jahre 1835 viel Sauerwurm, wozu 1836 und 1837 Gossenfrass dazutrat.

Da nun 1834 ein anderwärts berühmtes Weinjahr war, so hätten, falls diese Krankheiten im Etsch-Thale nicht geherrscht hätten, auch die Preise ein Minimum aufweisen müssen, in welcher Hinsicht die Correctur vorgenommen wurde.

Ueberdies fallen die hohen Preise im Jahre 1810 während des Sonnenflecken-Minimums auf; dieses Jahr war aber in den

Fig 68.

Vergleichende Zusammenstellung der Weinpreise in Bozen in den Jahren 1786—1891 mit der Frequenz der Sonnenflecken mit Berücksichtigung des Einflusses der Rebenkrankheiten.



Im Jahre 1884 trat nach den Angaben der Handels- und Gewerbekammer in Bozen zum erstenmale eine neue Traubenkrankheit, die Peronospora, auf, welche 1885 fühlbar war, welche 1886 noch stärker wurde, 1887 und 1888 andauerte. Im Jahre 1889 wird Gossenfrass, im Jahre 1890 starker Gossenfrass und Hagel, im Jahre 1891 so starker Rebentod constatiert, wie seit Menschengedenken nicht erinnerlich ist.

Der Berücksichtigung dieser Verhältnisse entspricht die Rectificierung der Preiscurve von 1883—1891.

Nachbarländern ein berüchtigtes Hungerjahr, daher auch die Preise in Tirol durch Handelsconstellationen steigen mussten. Ein Beweis dafür ist, dass die Preise im Jahre 1809 und 1811 wieder ganz auffallend niedrig waren. Vergleicht man nun die rectificierte Preiscurve mit der Sonnenfleckencurve, so ist seit 1805—1891, also seit 86 Jahren, ein vollkommener Parallelismus in dem Sinne vorhanden, dass einem Fleckenmaximum ein Maximum der Weinpreise und einem Fleckenminimum ein Minimum der Weinpreise entspricht.

Das Nichtstimmen in der Zeit von 1785—1805 ist entweder auf die auch anderwärts beobachteten meteorologischen Störungen zu dieser Zeit oder theilweise auch auf ungenügende Daten über den Stand der Rebenkrankheit zurückzuführen.

Zu erwähnen ist noch, dass die Jahre mit hohen Weinpreisen fast stets als „sehr nass" oder „nass und kalt" ausdrücklich bezeichnet werden, während die als „gute Weinjahre" bezeichneten Jahre stets weit niedrigere Preise haben, als dies in schlechten Weinjahren der Fall ist.

Wir kommen daher auch bezüglich der Weinpreise zu demselben Resultate wie beim Weizen und Türken und befinden uns in dieser Hinsicht trotz der grossen Schwierigkeit, welche sich im Etsch-Thale derartigen Nachforschungen bietet, mit den in anderen Ländern gefundenen Resultaten in vollster Uebereinstimmung.

Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist für den Wasserbau-Ingenieur unbedingt nothwendig, schon darum, damit er den Wechsel der nassen und trockenen Jahre, welche zu hohe oder niedere Wasserstände erzeugen, an den Ernteergebnissen controlieren kann, abgesehen davon, dass oft schlechte Ernten, die von klimatischen Schwankungen abhängen, irrthümlicherweise der Wirkung von Wasserbauten zugeschrieben werden, in welcher Hinsicht der Wasserbau-Ingenieur gewappnet sein muss, unberechtigten Anforderungen mit der Schärfe der Wissenschaft entgegenzutreten.

Weitere Daten über derartige Schwankungen und den Zusammenhang mit dem Flussregime der Etsch zu suchen und zu verwerten, wird Gegenstand der Forschungen der Zukunft sein, und es kann die Wichtigkeit dieses Gegenstandes nicht genug betont werden.

Der Verfasser ist sich selbstverständlich bewusst, mit der vorliegenden Arbeit nur den Grund zu künftigen Forschungen im Etsch-Gebiete gelegt und die Bahnen angewiesen zu haben, welche fortan zu befolgen sein werden.

In dieser Hinsicht kann der Verfasser allerdings die Priorität für sich beanspruchen und behält sich auch die weitere Ausführung des Gegenstandes an geeigneter Stelle vor.

VI. THEIL.

Die Revision des Etsch-Regulierungsprojectes in den Jahren 1890 und 1891.

117. Capitel.

Einleitung.

Anlässlich des Sommerhochwassers im Juli 1890, welches an den in Ausführung begriffenen Etsch-Regulierungsbauten der Sectionen I/a, II und III, sowie an den Culturgründen im Etsch-Thale namhaften Schaden verursachte, wurden von den Genossenschaften dieser Sectionen, von den betreffenden Gemeinden und von der Section Trient des Landesculturrathes Eingaben an die k. k. Statthalterei in Innsbruck gerichtet, in welchen im Hinweise auf die erfolgten Dammbrüche und die daraus resultierenden Ueberschwemmungen des anstossenden Gebietes eine erneute Prüfung des der Regulierungsaction zu Grunde gelegten Projectes, besonders in Rücksicht der Zulänglichkeit der Durchflussprofile und einer eventuellen Erweiterung derselben verlangt wurde.

Ueber Auftrag des hohen k. k. Ackerbauministeriums vom 16. November 1890, Nr. 12.179, hat die k. k. Statthalterei in Innsbruck als Oberbauleitungsbehörde der Etsch-Regulierung umfassende Erhebungen gepflogen und über das Resultat derselben in den Monaten März und April 1891 unter Zuziehung aller Interessenten nach detaillierter Begehung des Etsch-Flusses eine commissionelle Verhandlung veranlasst.

Verfasser, welcher seit September 1890 die Stelle des vorübergehend im Dienste erkrankten Etsch-Bauinspectors, Herrn k. k. Baurathes Constantin Pesta, über Ansuchen der Tiroler Statthalterei im Auftrage des h. Ministeriums substituierte, hatte die Aufgabe diese umfassenden Erhebungen zu leiten und vor der besprochenen Commission zu vertreten.

Die Anträge, welche Verfasser bei dieser commissionellen Verhandlung namens der k. k. Oberbauleitung der Etsch-Regulierung in Innsbruck zu stellen hatte, wurden von dieser aus localkundigen Fachmännern zusammengesetzten Commission nach reiflicher Prüfung durchgehends als richtig anerkannt.

Insbesondere wurde auch allseitig betont, dass es sich mit Rücksicht auf die localen Verhältnisse und die gemachten Erfahrungen durchaus nicht darum handeln könne, irgend welche ganz neue Wege zu betreten, sondern dass im Gegentheile das bisherige Regulierungssystem als das einzig richtige und überhaupt mögliche angesehen werden müsse.

Von allen Fachmännern, wie auch den betheiligten Gemeinden und Grundbesitzern wurde auch die Zweckmässigkeit und hohe Nützlichkeit der bisher ausgeführten Etsch-Regulierungsbauten in anerkennendster und dankbarster Weise betont, wenn auch zugegeben werden musste, dass die ausserordentlichen klimatischen Verhältnisse des letzten Decenniums noch weitere Maassnahmen erfordern, auf welche bisher nicht Rücksicht genommen werden konnte.

Im nachstehenden sollen die in Rede stehenden Erhebungen der Reihe nach für die Sectionen I, I/a, II und III näher erörtert werden.

XX. Abschnitt.

Die Revision des Regulierungs-Projectes der Section I.

118. Capitel.

Allgemeines über den bisherigen Erfolg der Regulierung in dieser Section.

Für die Etsch-Regulierungsstrecke Passer-Eisack-Mündung sind die Wasserstände des Jahres 1868, als die höchsten bisher bekannten maassgebend.

Es wurden daher vorerst die in früheren Jahren gemessenen Abflussmengen des Etsch-Flusses in den Profilen bei der Marlinger, der Vilpianer und der Sigmundskroner Brücke constatiert und die Untersuchung gepflogen, ob die gegenwärtig thatsächlich bestehenden Abflussprofile die genannten Wassermassen schadlos abzuführen immer noch geeignet seien.

Aus den Erhebungen ergab sich, dass die bestehenden Durchflussprofile nur zum Theile geeignet sind, die in Rede stehenden Wassermassen abzuführen, so dass die bestehenden Dammkronen vom Wasserspiegel des berechneten 1868er Hochwassers grösstentheils erreicht oder sogar überragt wurden.

Nachdem es sich um die Durchführung derselben Wassermengen handelt, welche auch bei der ursprünglichen Projectierung zu Grunde gelegt worden sind, so ist es nothwendig,

auf die Ursache des gegenwärtigen Unzureichens der Querprofile näher einzugehen.

Dieselbe liegt vorerst in der Entwicklung der Sohle des Etsch-Flusses mit Rücksicht auf das Längenprofil desselben.

Aus dem Längenprofile ist zu entnehmen, dass sich in der Entwicklung der Längensohle ein naturgemässer Ausgleich des Gefälles in der Weise vollzogen hat, dass sich theils durch Ablagerung, theils durch Eintiefung eine ziemlich gleichmässige, nahezu parabolische Curve ausgebildet hat, welche im grossen und ganzen dem Beharrungszustande angepasst sein dürfte.

Solche Auflandungen sind naturgemäss vorerst dort entstanden, wo ein starkes Gefälle des Oberlaufes unvermittelt in ein weit flacheres Gefälle des Unterlaufes überzugehen hatte, was selbstverständlich nur mit einer Uebergangscurve erfolgen konnte.

Eine solche Stelle ist insbesondere von *km* 9·7 bis *km* 15·6 beim Gargazoner Durchstich und beim Vilpianer Durchstich.

Die hier stattgefundenen Auflandungen innerhalb der Durchflussprofile sind als definitive Hebungen der ausgeglichenen Sohle, das heisst als Beharrungszustände anzusehen, mit welchen weiterhin gerechnet werden muss.

Nachdem hier die Durchflussprofile infolge dieser Sohlenhebung zum Theile ausgefüllt erscheinen, sind sie auch zur weiteren schadlosen Abfuhr der grössten Hochwässer nicht mehr geeignet.

Zwei andere ausgedehnte Strecken, in denen ebenfalls Sohlenhebungen stattgefunden haben, befinden sich längs der Einmündungsstellen des Falschauer-Baches bei *km* 3 bis *km* 9 und bei *km* 9 bis *km* 12.

Die Ursache dieser Auflandungen ist eine dreifache. Vorerst ist es zum Theile der Ausgleich der Sohlencurve, welcher nothwendigerweise durch Hebung stattfinden musste.

Die zweite und wichtigste Ursache liegt in dem Umstande, dass aus der Töll und der Passer infolge der noch immer ausständigen Maassregeln zur Beruhigung dieser gefährlichen Gebirgswässer so grosse Geschiebemassen in die Anfangsstrecke der Etsch-Regulierung gelangen, dass die mit einem geringeren Gefälle, also mit einer geringeren Stosskraft begabte Etsch dieselben nur zum Theile weiter zu führen vermag.

Die dritte Ursache liegt in der im vorhinein zu grossen Normalbreite für das Mittelwasserprofil in dieser Strecke, welche in früheren Jahren schon wiederholt besprochen wurde.

Schliesslich sind stellenweise Auflandungen im Bachbette durch die Führung der Regulierungstrace verursacht, indem an einzelnen Stellen die zu geringen Krümmungsradien eine Ablagerung des Geschiebes infolge der verursachten Stauung der Hochwässer bedingen.

Diese Stellen sind insbesondere die Lanaer Brücke und oberhalb der Vilpianer Brücke.

Wo diese localen Ursachen nicht einwirken ist eine sehr günstige Eintiefung der Flussohle erfolgt, welche als sicheres allgemeines Kriterium einer gelungenen Flussregulierung betrachtet werden muss; es ist dies die ganze untere, von den erwähnten Umständen nicht berührte Hälfte der I. Etsch-Regulierungs-Section vom *km* 15·7 bis zur Einmündung der Etsch in die Eisack, woselbst die Eintiefung des Flussschlauches durchschnittlich fast 1 *m* beträgt.

Aber selbst in diesen eingetieften Stellen ist eine Unzureichenheit des Durchflussprofiles vorhanden, welche aufzuklären aus den früheren Verhandlungsacten nicht vollkommen möglich ist.

Es scheint, dass in den siebziger Jahren der bedeutende Rückstau, welcher durch die Engstelle bei *km* 26 verursacht wird, bei der Berechnung nicht genügend berücksichtigt wurde, sowie auch mit Rücksicht auf den Anschluss der neuen Regulierungswerke an die bestandenen alten Bauten manche Abweichungen vorgekommen sind.

Schliesslich unterliegt es keinem Zweifel, dass eine Setzung der Dämme im Laufe des vergangenen Decenniums um 20 bis 30 *cm* stattgefunden haben muss, wie schon aus dem Vergleiche der Kronenhöhen des rechten und linken Dammes hervorgeht.

Diese Setzung erscheint umso wahrscheinlicher, als unterhalb der früher bestandenen Sümpfe sich an vielen Stellen Torfboden befindet, welcher mit der Zeit bekanntlich der Comprimierung unterliegt.

Solche Setzungen gehören übrigens zu den alltäglichen Erscheinungen eines jeden Schwemmlandes und sind den Geologen wohlbekannte Eigenschaften des letzteren, wenn sie auch oft auf Unglauben stossen.

Wird der gegenwärtige Zustand der Etsch-Regulierung in der I. Section ins Auge gefasst, so ist er im allgemeinen insoweit befriedigend, als gesagt werden kann, dass das Regulierungssystem sich bewährt hat und die aufgewendeten Baukosten jedenfalls als eine segensreiche Investition betrachtet werden müssen.

Hier muss hervorgehoben werden, dass die Regulierung des Etsch-Flusses in der Bewältigung zweier Aufgaben beruht, das ist in der Normalisierung des Flussschlauches und dem Schutze des Thales gegen die Ueberschwemmungen durch die Hochwässer.

Der erste Theil der Aufgabe ist im allgemeinen nahezu erreicht, während der zweite Theil, das ist der Schutz gegen Ueberschwemmungen allerdings nicht für alle Fälle, immerhin aber selbst bis zu ganz ausserordentlichen Wasserständen anstandslos erfüllt wird.

Sollten jedoch so ausserordentliche Wasserstände eintreten, wie dies im Jahre 1868 der Fall war, dann zeigt sich eine geringfügige Erhöhung der bestehenden Dämme allerdings erforderlich, wenn auch für diese ausserordentlichen Fälle volle Sicherheit gefunden werden soll.

Was die Mittel zur Erzielung dieser Sicherheit anbelangt, so bestehen sie selbstverständlich nur in der Herstellung der erforderlichen Querprofile.

Wo daher die Einbettung des Flussschlauches, bezw. die Normalisierung sich vollkommen bewährt hat, dort ist nur eine kleine Erhöhung der Hochwasserdämme nothwendig.

Diese Erhöhung wird für den weiteren Ausgleich der Längensohle, bezw. für die Eintiefung des Flussschlauches selbstverständlich nur von Vortheil sein, indem die weitere Concentrierung des Hochwassers naturgemäss die Vermehrung der Stosskraft des Wassers bedingt.

Anders verhält es sich mit jenen Flusstellen, in denen das Mittelwasserprofil infolge des erfolgten Ausgleiches der Längensohle unter das Niveau der Ausgleichscurve gerathen, bezw. überhöht worden ist.

Hier ständen zwei Wege offen, welche in Erwägung zu ziehen sind, das ist die Ausräumung, bezw. Ausbaggerung des verlandeten Profiles oder die Neuschaffung desselben durch eigene Bauten. Die erstgenannte Maassregel ist nicht empfehlenswert, weil selbstverständlich der Ausgleich der Sohlencurve auch in Hinkunft in derselben Weise stattfinden würde und daher die neuerliche Räumung nach jedem geschiebeführenden Hochwasser erfolgen müsste. Ein derartiger, die Erhaltung ganz unverhältnismässig belastender Vorgang entspricht nicht den leitenden Grundsätzen der Hydrotechnik,

welchen zufolge die Geschiebe-Abfuhr in analoger selbstthätiger Weise durch den Fluss selbst bewirkt werden soll, wie dies mit der Abfuhr der Niederschlagswässer der Fall ist.

Es kann daher für diese angeführten Fälle nur in der Wiederherstellung der durch Aufführung verloren gegangenen Mittelwasserprofile mittelst künstlichen Bauten eine rationelle und dauernde Sanierung der Sachlage erblickt werden.

Dies wäre in der Strecke von *km* 9 bis *km* 12 beim Gargazoner Durchstich durch Vorschieben des rechtsufrigen Taluds gegen die Flussmitte auszuführen, wobei zur Ausfüllung zwischen dem neuen Mittelwasser-Taludpflaster und dem Hochwasserdamme das grobsteinige Materiale des Flussbettes verwendet werden sollte.

Bei *km* 3 bis 7 oberhalb der Falschauer-Mündung ist ein analoger Vorgang zu beachten, wobei jedoch die Sohlenbreite des Mittelwasserprofiles, welche hier erwiesenermaassen zu breit ist und zum grossen Theile die Anschotterungen verursachte, um 10 bis 12 *m* zu verringern wäre.

Das grobsteinige, aus der Töll und Passer stammende Materiale ist zur Profilsveränderung zu verwenden, während das minder schwere, grösstentheils aus Sand und Schlick bestehende Materiale der gegenwärtig bestehenden Auflandungen auf weite Strecken flussabwärts und bis zum Meere getragen und hiedurch gefahrlos vertheilt werden wird.

119. Capitel.

Ermittlung der bei den bisher beobachteten höchsten Hochwasserständen in den einzelnen Flusstrecken abgeflossenen Hochwassermengen.

Im oberen Etsch-Thale wurde, und zwar bei Aufstellung des Regulierungsprojectes für die I. Section 1878 und 1879, das damals bekannte höchste Hochwasser vom Jahre 1868 zu Grunde gelegt.

Die damalige Bauleitung hatte den Stand des 1868er Hochwassers auf Grund verlässlicher Angaben in drei Profilen, und zwar bei der Marlinger Brücke, unterhalb der Vilpianer Brücke und an der alten Sigmundskroner Brücke, ermitteln lassen, also am Beginn, in der Mitte und am Ende der Section I und sind diese Profile auf Tafel 59 dargestellt. Im Nachstehenden folgt die hiezu gehörige

Berechnung

der Wassermenge, welche im Jahre 1868 unten bezeichnete Querprofile der Etsch passiert hat.

Es sei:

M die zu suchende Wassermenge pro Secunde,

a die Querprofilsfläche,

v die Wassergeschwindigkeit pro Secunde,

so ist $M = a\,v.$

Nach der allgemeinen Geschwindigkeitsformel von Ganguillet und Kutter ist:

$$v = \frac{23 \times \frac{1}{n} \times \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{R\,J}$$

worin:

J das relative Gefälle,

n der Rauhigkeits-Coëfficient (für vorliegende Fälle) = 0·03 und

R der Profilradius ist; $R = \frac{a}{p}\ \frac{\text{Profilfläche,}}{\text{benetzter Umfang.}}$

1. Flussprofil an der Marlinger Brücke (Tafel 59, Fig. 1) in 2 Lamellen a_1 und a_2 getheilt $J = 0{\cdot}00422.$

$$v = \frac{56{\cdot}701}{1 + 23{\cdot}3675\,\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{R\,J}$$

$a_1 = 139\ m^2$ | $a_2 = 27\ m^2$
$p_1 = 60{\cdot}4\ m$ | $p_2 = 28{\cdot}9\ m$
$\frac{a}{p} = R = 2.3$ | $R_2 = 0{\cdot}9342$
$\sqrt{R} = 1{\cdot}516$ | $\sqrt{R_2} = 0{\cdot}966$
$\frac{n}{\sqrt{R_1}} = 0{\cdot}0198$ | $\frac{n}{\sqrt{R_2}} = 0{\cdot}031$
$\sqrt{R_1\,J} = 0{\cdot}0985$ | $\sqrt{R_2\,J} = 0{\cdot}06279$
$v_1 = 3{\cdot}818$ | $v_2 = 2{\cdot}064$
$M_1 = a_1\,v_1 = 530{\cdot}7\ m^3$ | $M_2 = a_2\,v_2 = 55{\cdot}73\ m^3$

$$M = M_1 + M_2 = 5307\ m^3 + 55{\cdot}73\ m^3 = \underline{586{\cdot}43\ m^3}$$

2. Flussprofil unterhalb der Vilpianer-Brücke (Tafel 59, Fig. 2) in 2 Lamellen a_1 und a_2 getheilt.

$J = 0.00086$

$$v = \frac{58{\cdot}135}{1 + 24{\cdot}802\,\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{R\,J}$$

$a_1 = 20\ m^2$ | $a_2 = 280\ m^2$
$p_1 = 20\ m$ | $p_2 = 83\ m$
$R_1 = 1$ | $R_2 = 3{\cdot}3735$
$\sqrt{R_1} = 1$ | $\sqrt{R_2} = 1{\cdot}8367$
$\frac{n}{\sqrt{R_1}} = 0{\cdot}003$ | $\frac{n}{\sqrt{R_2\,J}} = 0{\cdot}16334$
$\sqrt{R_1\,J} = 0{\cdot}0295$ | $\sqrt{R_2\,J} = 0{\cdot}05387$
$v_1 = 1{\cdot}60\ m$ | $v_2 = 2{\cdot}23$
$M_1 = a_1\,v_1 = 32\ m^3$ | $M_2 = a_2\,v_2 = 624{\cdot}4\ m^3$

$$M = M_1 + M_2 = 32{\cdot}0 + 624{\cdot}4 = \underline{656{\cdot}4\ m^3}$$

3. Flussprofil bei der alten Sigmundskroner Brücke (Tafel 59, Fig. 3) als 1 Lamelle behandelt.

$J = 0{\cdot}000627$

$$v = \frac{58{\cdot}805}{1 + 25{\cdot}472\,\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{R\,J}$$

$a = 260\ m^2$
$p = 51\ m$
$\frac{a}{p} = R = 509$
$\sqrt{R} = 2{\cdot}256$
$\frac{n}{\sqrt{R}} = 0{\cdot}013$
$\sqrt{R\,J} = 0{\cdot}0566$
$v = 2{\cdot}50$
$M = a\,v = \underline{650}$

Nach diesen Berechnungen kamen in der obersten Strecke von der Marlinger Brücke bis zur Einmündung des Falschauer-Baches, und zwar im Profil 1, wo die Hochwässer concentriert abflossen, per Secunde zum Abflusse 586 m^3

In der mittleren Strecke von der Einmündung des Falschauer-Baches bis zur Vilpianer-Bachmündung laut Profil 2 656 m^3

Hiezu muss noch bemerkt werden, dass in diesem Profile nicht die gesammte Hochwassermenge

Fürtrag . . 656 m^3

Uebertrag . . 656 m^3
zum Durchflusse kam, sondern nach den Erhebungen der früheren Bauleitung sind die oberhalb seitwärts abgeflossenen Wassermassen beziffert worden mit . 25 m^3
und kommen dazuzuschlagen.

Somit Profil 2 681 m^3

In der untersten Strecke von der Vilpianer-Bachmündung bis zur Eisack-Mündung fanden wiederholte Uferüberströmungen besonders rechts nach den grossen Tieflagen des Eppaner Mooses statt, so dass die im Profil an der Sigmundskroner Brücke angegebene Hochwasserlinie, bezw. die dafür angestellte Berechnung keine directe Verwendung gestattet, wie dies schon die Berechnung selbst erkennen lässt, indem hier nur 650 m^3 zum Abflusse gekommen wären, während doch in der oberen Strecke bereits 666 m^3 durchgeflossen sind.

Um aber auch in der untersten Strecke das durchgeflossene Wasserquantum möglichst richtig zu erhalten, war der einzige richtige Weg der, die in dieser Strecke noch hinzugekommenen 4 Seitenflüsse: Peters-Bach, Nalser-Bach, Margarethen-Bach und Eppaner Abzugsgraben bezüglich ihrer Wasserführung bei Hochwasser zu ermitteln und zum im Profil 2 erhobenen Quantum dazuzugeben.

Das von obgenannten 4 Seitenbächen bei Hochwässern abgeführte Wasserquantum wurde berechnet mit zusammen 21 m^3
welches Quantum dazugegeben zu jenem im Etsch-Profil Nr. 2 erhobenen per 681 m^3
ergibt in Summa für Profil 3 702 m^3
oder rund . . 700 m^3

Im Verlaufe der Bauausführungen und nach Vollendung der Bauten in dieser Flusstrecke, also in den Jahren 1880 bis 1890 brachen eine ganze Reihe von aussergewöhnlichen Hochwässern herein, wie jene vom Jahre 1882 und 1885, welche die Bauten nur theilweise fertig vorfanden, daher vielfach seitlich ausbrachen und demnach nicht das richtige Bild zur Beurtheilung der Abflussverhältnisse boten, während die späteren Hochwässer in den Jahren 1888, 1889 und 1890 die I. Etsch-Section bereits als ein geschlossenes Gerinne vorfanden und ohne seitlichen Ausbruch, also concentriert zum Abflusse kamen.

Alle diese Hochwässer wurden genau beobachtet und es ergab sich aus den hiefür angestellten Berechnungen über die durchgeflossenen Wasserquanten, dass dieselben sämmtlich weit hinter dem vom Jahre 1868 zurückblieben.

Es stimmt dies auch mit der Angabe des eidgenössischen Ober-Bauinspectors von Salis insoferne überein, als derselbe in seinem Gutachten „die Etsch-Correction von Meran bis Sacco“ bemerkt, dass auch in der östlichen Schweiz, welche analoge Verhältnisse wie das obere Etsch-Thal aufweist, das 1868-er Hochwasser das grösste seit dem Jahre 1834 war.

120. Capitel.

Ermittlung der berechneten höchsten Hochwasserlinie, bezw. der Durchflussprofile und der neuen Damm-Nivellette.

Es muss also zur Beurtheilung, bezw. Ueberprüfung der Durchflussprofile in der Section I das bisher bekannte höchste Hochwasser vom Jahre 1868 zu Grunde gelegt werden und besteht die nächste Aufgabe nur darin, zu ermitteln, welchen Stand würde ein Hochwasser von der Intensität wie das 1868 in dem gegenwärtigen Flusschlauch der I. Section der Etsch-Regulierung einnehmen.

Ist diese Hochwasserlinie einmal bekannt, dann kann die davon abhängige Erhöhung und Verstärkung der Hochwasserdämme leicht bestimmt und der Kostenbedarf hiefür ermittelt werden.

Zur Lösung der obgedachten Aufgabe wurde nun eine Reihe charakteristischer Querprofile in der Section I aufgenommen und zunächst berechnet, welches Hochwasser sind dieselben imstande heute abzuführen, wenn dasselbe bordvoll (bis zur Dammkrone reichend) angenommen wird?

Diese Berechnungen wurden durchgeführt und ist daraus ersichtlich, dass ein Theil der Profile die höchst berechneten 1868er Hochwasser heute nicht mehr zu fassen vermag, während der andere Theil ein genügendes Durchflussprofil aufweist.

Die weitere Berechnung umfasst die eigentliche gestellte Aufgabe und ist die, wie hoch würde sich ein 1868er Hochwasser in den einzelnen Profilen stellen?

Aus dem auf Tafel 49 dargestellten Längenprofile, in welchem die beiderseitigen Hochwasserdämme in ihrer gegenwärtigen Höhe, die Niederwässer der Jahre 1880 (Beginn der Regulierung) und 1890 (Beendigung derselben), sowie das 1888er Hochwasser als das höchste unter den bisher beobachteten concentriert abgeflossenen, eingezeichnet sind, ist zu entnehmen, dass in dieser Flussection u. zw. vom Beginne derselben, Marlinger-Brücke bei *km* 0·500 bis unterhalb der Vilpianer Brücke *km* 15·0, eigentlich nur ein Ausgleich an dem früher bestandenen sehr ungleichmässigen Flussgefälle stattgefunden hat, durch welchen Ausgleich speciell die Flusstrecke zwischen den Stationen Gargazon und Vilpian eine namhafte Hebung der Flussohle erfahren hat, bezw. nach dem Längenprofile auch erfahren musste.

Es darf somit diese Sohlenhebung nicht als eine Aufschotterung des corrigierten Flussbettes hingestellt werden, wie dies mehrmals von Seite Nichteingeweihter geschah.

Vom *km* 15·0 abwärts bis nahe zu der Eisack-Mündung ist eine constante streckenweise ganz namhafte Vertiefung in der corrigierten Flussohle eingetreten und wird innerhalb letztgenannter Strecke und zwar zwischen der Terlaner und Sigmundskroner Brücke noch eine weitere kleine Tieferbettung erfolgen, nachdem an den Kreuzungsstellen der Durchstiche mit den Altbetten, trotz alljährlichen Flussbetträumungen immer wieder aufs neue alte Uferreste zum Vorschein kommen; ein deutlicher Beweis dafür, dass sich der Fluss noch immer eintieft.

Im grossen und ganzen aber ist der Sohlenausgleich in der Section I vor sich gegangen und dürfte so ziemlich überall der Beharrungszustand eingetreten sein; dies gilt insbesonders vom Terlaner Durchstiche aufwärts, wo die Niederwasser der letzten 4 Jahre sehr geringe Abweichungen von einander aufweisen.

Etwas grössere Schwankungen lässt die Flusstrecke von der Falschauer-Bachmündung (*km* 6·0) aufwärts bis *km* 2·0 erkennen, weil diese Strecke bei grossen Hochwässern durch die gewaltige Geschiebeführung stets mehr beeinflusst wird.

Nachdem also in dieser Section das Gefälle der neuen Flussohle nahezu als ausgebildet angesehen werden kann, ferners die Hochwasserdämme auf der ganzen Flusslänge continuierlich geschlossen sind und dieselben speciell in dieser Section mit geringer Ausnahme eine gewisse Regelmässigkeit in ihrer Führung zeigen, so wird der Verlauf der Hochwasserlinien in dieser Section auch ein viel regelmässigerer sein, als wie in der unterhalb liegenden Section I/a, welche grosse Unregelmässigkeiten auf kurze Distanzen aufzuweisen hat.

Auch die im Sinne der voraufgeführten Darstellungen in den einzelnen Profilen des geschlossenen Flusschlauches er-

mittelte und im vorgenannten Längenprofile zur Geltung gebrachte höchste 1868er Hochwasserlinie lässt eine gewisse Regelmässigkeit erkennen, die keiner weiteren Correctur mehr bedarf und somit als Basis für die Bestimmung der neuen Dammkrone angesehen werden kann.

Die Hebung der beiderseitigen Dammkronen u. zw. in der obersten Strecke von der Marlinger-Brücke, bis zur Lanaer Brücke, *km* 0·500 bis *km* 7·0 mit 1 *m* über das ermittelte höchste 1868er Hochwasser ist wohl genügend u. zw. deshalb, weil der Berechnung bereits die heute arg verschotterten Profile, die unbedingt eine sofortige Räumung wenigstens theilweise erfahren müssen, zu Grunde gelegt wurden und weil nach der Räumung die Profile mit Rücksicht auf das bedeutende Gefälle in dieser Strecke ein viel grösseres Hochwasser abzuführen imstande sind als das höchst berechnete 1868er.

In der weiteren Strecke von *km* 7·0 (Lanaer Brücke) bis unterhalb der Station Sigmundskron dürfte mit Rücksicht auf die, wie vorhin erwähnt, in dieser Section bereits eingetretenen geordneten Flussverhältnisse eine Erhöhung der Dämme von 0·8 *m* über das in diesem Operate ermittelte 1868er höchste Hochwasser hinreichend sein.

Durch diese Dammerhöhungen von 1·0 *m*, bezw. 0·8 *m* über das 1868er Hochwasser werden die an den linken Hochwasserdamm anstossenden Stationsanlagen der k. k. priv. Bozen-Meraner-Bahn nicht zu stark alteriert und ohne besonders nennenswerte Mehrkosten die Durchführung möglich, was bei 1·5 *m* Hebung nicht der Fall wäre.

Die neue Dammnivellette wurde im Längenprofile eingezeichnet und schliesst dieselbe, wie daraus zu ersehen ist, an einigen Stellen an die alten Dammhöhen an.

Eine Erweiterung der bestehenden Flussprofile, sowie eine Verstärkung der gegenwärtig mit 3 *m* Kronenbreite ausgeführten Etsch-Dämme wurde in dieser Section auf Grund der Beobachtungen bei den wiederkehrenden Hochwässern nicht für nothwendig erachtet mit Ausnahme jener Dämme, welche die Höhe von 3 *m* über dem Terrain überschreiten würden. Bei solchen Dämmen wurden Rückenbermen mit 2 *m* Kronenbreite beantragt.

Dem entsprechend wurden auch die Einzeichnungen in den Querprofilen durchgeführt, wie dies aus den charakteristischen Querprofilen zu entnehmen ist.

In der folgenden Beilage lit. A ist die Berechnung der am 12. und 13. Juli 1890 niedergegangenen und abgeflossenen Wassermengen und die Vergleichung derselben mit den im Wege der Rechnung gefundenen Hochwasser-Durchflussmengen beim Profil 24.600 an der Sigmundskrone Brücke in der I. Section durchgeführt.

Beilage A.

Berechnung

der am 12. und 13. Juli 1890 aus den gesammelten meteorologischen Beobachtungen sich ergebenden Regenmengen und Vergleichung mit den hievon in der Etsch zum Abflusse gelangten (nach der Formel von Ganguillet und Kutter) am Flussprofile bei Sigmundskron direct berechneten Wassermengen.

Nr.	Bezeichnung der Niederschlagsgebiete	Ausdehnung in km^2	Meteorologische Station	Niederschläge am 12. u. 13. Juli	Gesammt-Regenmengen	Anmerkung
1.	Gebiet der Etsch vom Ursprunge bis zur Falschauer-Mündung	2100	Schneeberg	114·6	202440000 m^3	1 km^2 hat 1000000 m^2
2.	Gebiet der linksseitigen Zuflüsse bis zur Eisack-Mündung . .					$\frac{0·1146 + 0·0482}{2} \times 1000000 \times 21\,00\ km^2 = 202440000\ m^3$
3.	Gebiet der rechtsseitigen Zuflüsse von der Falschauer-Mündung bis zur Eisack-Mündung . .	495	Marienberg	48·2	44649000 m^3	$0·0902 \times 1000000 \times 495\ km^2 = 44649000\ m^3$
4.	Gebiet des Falschauer-Baches für sich		Gries bei Bozen	90·2		
	Summa Etsch-Gebiet I. Section	2595			247089000 m^3	

Diese 247,089.000 m^3 giengen im ganzen 2595 km^2 umfassenden Sammelgebiete der Etsch bis zur Eisack-Mündung während des 12. Juli 1890 nieder.

In der Etsch-Strecke zwischen Meran und Sigmundskron begann der Regen am genannten Tage um ca. 8 Uhr früh und dauerte bis nach Mitternacht, der Zeitpunkt um 8 Uhr früh ist also am genannten Tage in der I. Section als „Beginn“ der 1890er Sommerhochwasser-Periode anzunehmen.

Um ein Bild über den Abfluss der Niederschlagsmengen zu erhalten, muss man sich die Stufen, welche das Hochwasser vom damaligen Normal-Sommerwasserstande an bis wieder zur Rückkehr zu diesen durchzumachen hatte, vergewärtigen.

Der Sommerwasserstand von + 0·9 am Sigmundskroner Pegel (Cote 239·25), welcher vor der Regenperiode einige Zeit constant war, wurde deshalb bei der nachfolgenden Berechnung auf Seite 294 als Basis angenommen, weil diese Wasserquantität (124·5 m^3 per Secunde) auch ohne Eintritt des Regens abgeflossen wäre. Gegenüber der Niederschlagsmenge kommt demnach nur jene Menge in Rechnung, welche über dieses Normalwasser abgeflossen ist.

Also ist nach dieser Berechnung das Quantum von 82,976.204 m^3
der thatsächlich erhobene Regenmenge-Gesammtabfluss, gegenüber einer Gesammt-Niederschlagsmenge von 247,889.000 m^3

Stellt man demnach einen Vergleich zwischen der Gesammt-Niederschlagsmenge und der Gesammt-Abflussmenge an, so ergibt sich bei einer Annahme, dass $^2/_3$ der niedergefallenen Regenmengen durch Verdunstung und Versickerung absorbiert wird und nur $^1/_3$ hievon sogleich, d. h. in den oben angeführten Tagen zum Abfluss gelangt, für den höchsten Pegelstand eine Maximal-Abflussmenge von

$\frac{^1/_3\ 247089000}{82976204} \times 301·9\ m^3 = 0·9923 \times 301·9 =$. . 299·57
hiezu noch Normalwasser mit 124·50
zusammen . . 424·07

Berechnung der Wassermengen, welche vom 12. Juli 8 Uhr früh bis am 25. Juli 12 Uhr mittags bei Sigmundskron durchgeflossen sind.

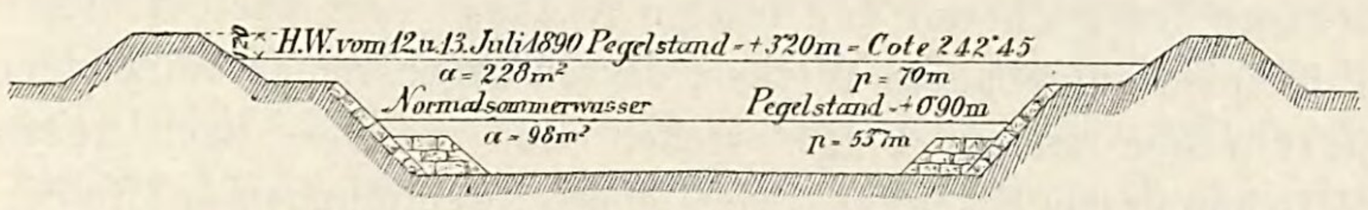
Datum 1890	Pegel Sigmundskron	M = 124·5	Wassermenge zusammen in m^3	Wassermenge verglichen	Zeitraum Stunden	Zeitraum Secunden	Wassermengen zusammen
12. Juli 8 Uhr früh	0·9	0·00 m^3					
12. „ 6 „ abends	1·9	131·70 m^3	131·70	65·85	10	36·000	2,370.600 m^3
12. „ 11 „ nachts	3·2	301·90 m^3	433·60	216·80	5	18·000	3,902.400 m^3
13. „ 5 „ früh	3·2	301·90 m^3	603·80	301·90	6	21·600	6,521.104 m^3
13. „ 4 „ nachm.	2·1	159·20 m^3	461·10	230·55	11	39·600	9,129.780 m^3
14. „ 12 „ mittags	2·1	159·20 m^3	318·40	159·20	20	72·000	11,462.400 m^3
15. „ 12 „ „	1·6	82·00 m^3	241·20	120·60	24	86·400	10,419.840 m^3
17. „ 12 „ „	1·6	82·00 m^3	146·00	82·00	48	172·800	14,169.600 m^3
18. „ 12 „ „	1·4	61·80 m^3	143·80	71·90	24	86·400	6,212.160 m^3
25. „ 12 „ „	0·9	0·00 m^3	61·80	30·90	168	604·800	18,788.320 m^3
				Summa . . .	316	1,137·600	82,976.204 m^3

was mit der directen unten angeführten Berechnung am Flussprofile 24.600 bei Sigmundskron mit einer Abflussmenge von 426·40 m^3 übereinstimmt.

Fig. 69.

Berechnung der Hochwassermenge, welche am 12. und 13. Juli im untenstehenden Flussprofile 24·600 in Sigmundskron bei einem Pegelstande von + 3·20 m und der Normal-Sommerwassermenge, welche bei einem Pegelstande von + 0·9 m abgeflossen sind.

Flussprofil 24·600.



Hochwasser vom 12. und 13. Juli 1890.

$J = 0·000627$

$$v = \frac{58·805}{1 + 25·472 \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RJ}$$

$a = 228\,m^2$

$p = 70\,m$

$R = 3·26$

$\sqrt{R} = 1·8055$

$\frac{n}{\sqrt{R}} = 0·0166$

$\sqrt{RJ} = 0·0453$

$v = 1·87$

$M = a\,v = 426·36\,m^3$

Normalwasser vom 12. Juli, 6 Uhr früh, 1890.

(Als Lamelle behandelt.)

$J = 0·000627$

$$v = \frac{58·805}{1 + 25·472 \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RJ}$$

$a = 98\,m^2$

$p = 53·7\,m$

$R = 1·825$

$\sqrt{R} = 1·35$

$\frac{n}{\sqrt{R}} = 0·0222$

$\sqrt{RJ} = 0·0339$

$v = 1·27$

$M = a\,v = 124·46\,m^3$.

XXI. Abschnitt.

Die Revision des Regulierungs-Projectes der Section I/a.

121. Capitel.

Allgemeines über den Erfolg der Regulierung in dieser Section.

Um die in der Section I/a weiter zu ergreifenden Maassregeln beurtheilen zu können, ist es erforderlich, sowohl den bisherigen Erfolg der Etsch-Regulierung in dieser Strecke, als das Arbeitsziel einer genauen Erwägung zu unterziehen.

Das System der Etsch-Regulierung ist auch in dieser Section dasjenige der Flussnormalisierung und der Anlage von Hochwasserdämmen, welche sich mit den Normalisierungs-Bauten zu einem einheitlichen Durchflussprofile vereinigen.

Das Ziel der Regulierung ist einerseits die Eintiefung des Flusschlauches und hiedurch die Senkung des Grundwasserstandes, sowie Entsumpfung der Thalgründe oder mindestens die Schaffung der Grundlage für die weiteren Entsumpfungs- und Meliorationsarbeiten, anderseits der Schutz des Thalgebäudes vor den zerstörenden Wirkungen der Hochwässer und der damit verbundenen Ablagerungen von Geschieben.

Was den ersten Theil der Aufgabe, nämlich die eigentliche Normalisierung des Etsch-Flusses in dieser Strecke anbelangt, so muss berücksichtigt werden, dass der Niederwasserstand von März 1882 bereits ein äusserst niederer war, indem diesem Jahre eine Reihe wasserarmer Jahre vorangieng, in welchen Ueberschwemmungen und Geschiebe-Ablagerungen nicht stattgefunden haben, daher die Niederwässer Zeit hatten, sich unter stetiger Abspülung der aus früheren Zeiten stammenden Geschiebe-Ablagerungen bedeutend zu vertiefen.

Der Niederwasserstand des Jahres 1882, also der Zeit vor Beginn der Etsch-Regulierung, in der Section I/a bietet daher einen Vergleichspunkt für die Wirkung der Regulierung auf die Ausbildung des Flusschlauches und hiedurch auf den Grundwasserstand des Thales.

Wird nun der Niederwasserspiegel vom März 1890 mit dem Niederwasserstand des Jahres 1882 in Vergleich gezogen, so ergibt sich eine Hebung des ersteren dem letzteren gegenüber, welche durch zwei Umstände verursacht war.

Am oberen Ende der Section in der Strecke von *km* 29·4 bis 31·4 wurde nämlich durch das Geschiebe der Eisack ein Staurücken von ca. 80 *cm* Höhe im Etsch-Flusse gebildet, während am unteren Ende der Section I/a infolge des im März 1890 noch unfertigen Auerer Durchstiches, sowie der noch ausständigen Entfernung der Pfeilerfundamente der Gmunder Eisenbahnbrücke eine bedeutende Stauung verursacht wurde, wodurch sich das Niederwasser vom März 1890 vor-

übergehend um 0·40 *m* höher stellte, als dies im Jahre 1882 der Fall gewesen ist.

Diese Verhältnisse haben sich jedoch seither vollkommen verändert, indem nun der Etsch-Durchstich bei Auer sich in der befriedigendsten Weise eingetieft hat und auch die Pfeilerfundamente der Gmunder Brücke grösstentheils schon entfernt sind.

Hiedurch waren erst die Verhältnisse gegeben, welche zur Erwartung der Eintiefung des Flusschlauches der Section I/a überhaupt berechtigen konnten.

So kurz nun die Zeit seit dem Eintritte dieser Verhältnisse bis zum heutigen Tage ist, so haben doch die neuesten Aufnahmen des Niederwassers vom December 1890 ergeben, dass seither schon eine befriedigende und allen Erwartungen entsprechende Eintiefung der Flussohle eingetreten ist.

Aus dem Vergleiche dieser Linie mit dem Niederwasser des Jahres 1882 ergibt sich, dass derselbe nunmehr den Nullpunkt des Pegels bei der Gmunder Brücke erreicht hat, daher seit dem Jahre 1882 dortselbst eine Eintiefung des Niederwassers um 0·60 *m* eingetreten ist, welche sich successive nach abwärts und aufwärts erstreckt und alle Kriterien einer definitiven Einsenkung besitzt.

Diese Einsenkung ist flussaufwärts bis *km* 40·3 zu verfolgen, während weiter aufwärts der Niederwasserstand des Jahres 1882 immerhin noch durchschnittlich bis 30 *cm* tiefer liegt.

Der Vergleich mit einer in den letzten Tagen im Februar 1891 vorgenommenen Aufnahme des Niederwassers ergibt jedoch die Thatsache eines weiteren stetigen Fortschreitens der erst im Zuge befindlichen Eintiefung des Niederwasserspiegels in der ganzen Section I/a, so dass heute schon mit Bestimmtheit ausgesprochen werden kann, dass sich in kürzester Zeit, vielleicht schon in einem Jahre eine Eintiefung des Niederwassers weit unter dasjenige des Jahres 1882 ergeben wird.

Wird weiters erwogen, dass nunmehr der Nullpunkt des Pegels bei Gmund erreicht ist, welcher Pegel seit einem halben Jahrhunderte besteht und dessen Nullpunkt ein unvordenkliches Niederwasser anzeigt, so kann nicht in Abrede gestellt werden, dass der eine Theil der Regulierungsaufgabe, das ist die Eintiefung des Flusschlauches theils bereits in befriedigendster Weise erreicht worden ist, theils aber in kürzester Zeit mit Sicherheit zu erwarten steht.

Dieser Erfolg ist ein umso befriedigender, als in dieser Section Durchstiche und Abkürzungen der Flusslängen aus neuerer Zeit nicht vorkommen und als in den Strecken von oberhalb des Frizzi-Hofes bis zum Schrenk-Hofe am rechten Ufer keine Hochwasserdämme vorhanden sind, daher das für die Eintiefung so wichtige Vollprofil bisher nicht zur Wirkung gekommen ist. — Ebenso sind auch die Concentrierungsbauten unterhalb der Pfattener Brücke und im Stadlhofer Durchstiche erst ganz neueren Datums, so dass ihre Wirkung erst in nächster Zeit ersichtlich werden kann.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch diese nur im Sinne der Eintiefung sich äussern wird.

Hiedurch erscheint es allerdings nicht ausgeschlossen, dass im Falle localer Geschiebe-Anstauungen bei grösseren Hochwässern stellenweise auch Räumungen im kleineren Maassstabe ausnahmsweise vorgenommen werden müssen, um den normalen Geschiebetransport, welcher selbstverständlich der natürlichen Wasserkraft überlassen werden muss, nach Maassgabe des Bedarfes zu befördern.

Aber auch der zweite Theil der Regulierungsaufgabe, das ist der Schutz des Thales vor Ueberschwemmungen, ist zum grössten Theile, wenn auch allerdings nicht vollkommen, erreicht.

Während nämlich vor Beginn der Regulierung, das ist im Jahre 1882, schon Hochwässer von 3 bis $3^1/_2$ *m* über dem Nullpunkte der Pegel exundierten, ist das Thal gegenwärtig bis zu Wasserständen von $5^1/_2$ *m* vollkommen gesichert, daher eine wesentliche Verbesserung der Verhältnisse auch in dieser Beziehung sichergestellt erscheint.

Im letzten Decennium sind jedoch infolge allgemeiner kosmischer Ursachen, welche ihre Wirkung nicht nur auf Tirol, sondern die ganze Erde erstrecken, weit grössere Niederschlagsmengen und daher auch Hochwasserstände eingetreten, welche nach den früheren meteorologischen Daten nicht erwartet und daher bei früheren Projectierungen auch unmöglich berücksichtigt werden konnten.

Insbesondere erreichte das Hochwasser des Jahres 1890 in der Section I/a eine weit grössere Höhe, als dasjenige des Jahres 1882, welches der früheren Projectierung zu Grunde gelegt worden war.

Um den seither eingetretenen Klima- und Niederschlags-Aenderungen gebürend Rechnung zu tragen, bleibt behufs Sicherung des Thales vom technischen Standpunkte nichts anderes übrig, als noch eine relativ geringe Erhöhung der Dämme zu beantragen.

Diese Hebung wird auch für die Eintiefung der Sohle nur von günstiger Wirkung sein können, indem hiedurch die Kraft des spülenden Wassers neuerdings concentriert werden soll.

Bei dieser Projectsergänzung handelt es sich daher nicht um die Reconstruction eines etwa unrichtig angelegten, sondern lediglich um den letzten Ausbau eines nach richtigen Principien aufgebauten Werkes, dessen segensreiche Wirkungen jetzt schon ausser Frage stehen und welches nach seiner Vollendung das Etsch-Thal vor Ueberschwemmungen mit Sicherheit bewahren wird.

122. Capitel.

Einige allgemeine Bemerkungen, betreffend die beiden oberen Sectionen I/a und II.

Sowohl in dieser Section als wie auch in der Section II sind die Verhältnisse anders geartet, als wie in der Section I und ist es demnach angezeigt einige allgemeine Bemerkungen, die ersteren zwei Sectionen betreffend, vorauszuschicken.

Vor allem muss betont werden, dass in der I. Section die projectierten Bauten am Etsch-Flusse bereits seit zwei Jahren beendigt sind, und dass bei den letzten gewaltigen Hochwässern der Jahre 1888, 1889 und 1890 keinerlei Ausbrüche oder namhafte Beschädigungen an den Uferbauten vorkamen, die Bevölkerung demnach auch k e i n e n Grund, Klagen oder Wünsche behufs Aenderungen an dem Regulierungs-Projecte vorzubringen, hatte.

In den unteren zwei Sectionen sind die Flussbauten erst in Vollendung begriffen, wurden wiederholt mitten im Baue, insbesonders bei den vorgenannten drei Hochwässern nachtheilig beeinflusst und Dammbrüche verursacht und dadurch wieder die dahinter liegenden Culturgründe geschädigt.

Von diesen Sectionen also kamen die fortwährenden Wehrufe, sowie die Klagen und Bekrittelungen über das unzureichende Regulierungswerk, aber auch Andeutungen und Vorschläge, in welcher Weise die Flussregulierung hätte durchgeführt werden sollen, bezw. wie das bestehende Werk umzumodeln wäre, drangen von d i e s e r Seite wiederholt in die Oeffentlichkeit.

Was nun die S e c t i o n I/a anbelangt, so sind hier bezüglich der zweckmässigsten Verbauung des Etsch-Flusses und der Unschädlichmachung der Eisack die mannigfaltigsten

Ideen und Vorschläge im Kreise der Bevölkerung selbst aufgetaucht.

Man besprach die Ableitung des Eisack-Flusses schon von oben an, gegenüber der Talfer-Mündung in die links vom genannten Flusse liegenden Thalgründe und die Wiedervereinigung mit der Etsch gegenüber dem Frizzi-Hof, *km* 32·0 bezw. bei Gmund; ferners die Preisgebung der ganzen rechtsseitigen Thalgründe der Gemeinde Pfatten vom Frizzi-Hof abwärts bis Piglon (speciell diese Idee hatte einen grossen Theil der Bevölkerung für sich eingenommen), schliesslich wurde sogar noch eine wesentliche Aenderung des Regulierungssystems ins Auge gefasst u. s. w.

Eine nähere Erörterung dieser Vorschläge geschieht an anderer Stelle, nur muss bemerkt werden, dass, wenn die Bevölkerung an dem Eisack-Flusse einen gefährlichen Feind für ihr Genossenschaftsgebiet erkennt und bedacht ist, denselben möglichst unschädlich zu machen, dieselbe gewiss nicht Unrecht hat.

Es kann der steten Gefahr, welche den Culturgründen der Section I/a bei der höchst bedenklichen Aufschotterung des Eisack-Bettes droht, nur dadurch mit Erfolg begegnet werden, wenn das ganze links- und rechtsseitige Eisack-Ufer von der Sectionsgrenze zwischen I und I/a *km* 29·8 aufwärts bis zur Talfer-Mündung auf eine Länge von ca. 6 *km* in derselben ausgiebigen Weise verstärkt wird, wie dies hier für die anschliessende untere Etsch-Strecke in Antrag gebracht wird.

Geschieht dies nicht, so steht bei der gewaltigen Aufschotterung, die die Eisack seit dem Jahre 1882 und insbesonders durch das 1890er Hochwasser erfahren hat, beim nächsten grösseren Hochwasser sicherlich ein Einbruch zu befürchten und die ganzen linksseitigen Culturgründe der Section I/a, bezw. der obere Theil von Section II sind dem Verderben preisgegeben, ebenso würde bei einem rechtsseitigen Einbruche der untere Theil der Section I von Siebeneich abwärts arg geschädigt werden; mit einem Worte, die bereits hergestellten kostspieligen Bauten und die noch weiters beantragten bedeutenden Verstärkungen sind vom fragwürdigen Werte, wenn oberhalb der gesicherten Strecke eine ungenügend versicherte von nahezu 6 *km* Länge verbleibt.

123. Capitel.

Ermittlung der bisherigen grössten Hochwassermengen der Section I/a.

In der oberhalb gelegenen Section I wurde dargethan, dass seit einer Zeitperiode von über 30 Jahren im oberen Etsch-Thale das 1868er Hochwasser das weitaus grösste war und es wurde demnach sowohl bei der seinerzeitigen Ausarbeitung des Regulierungsprojectes für die Section I, als wie auch für vorliegende Ueberprüfung der gegenwärtigen Durchflussprofile das 1868er Hochwasser zu Grunde gelegt.

In der unteren Etsch-Strecke von der Eisack-Mündung abwärts soll nach Angabe von ortskundigen Leuten der 1868er Hochwasserstand von mehreren Hochwasserständen der 1880er Jahre übertroffen worden sein, und zwar aus dem Grunde, weil im Jahre 1868 der Eisack-Fluss bei weitem nicht solch bedeutende Wassermassen führte, als dies mehrmals im abgelaufenen Decennium der Fall war.

Nachdem vom 1868er Jahre keine genügenden meteorologischen Daten zur Verfügung stehen, ferners in den damals nicht regulierten und nur theilweise eingedämmten Flussstrecken keine Resultate zu gewinnen waren, welche eine sichere Grundlage zur Beurtheilung der 1868er Hochwasser-Quantitäten zu bieten vermögen, so müssen die für die Zeitperiode 1880—1890 zur Verfügung stehenden meteorologischen Beobachtungen benützt und einer näheren Sichtung unterzogen werden.

Ein Vergleich ergibt, dass innerhalb des genannten Zeitabschnittes die Jahre 1882, 1889 und 1890 die verhältnismässig grössten Tagesniederschläge aufweisen, wenigstens im oberen Etsch- und Eisack-Gebiete.

In der mehrfach erwähnten Tabelle für die Niederschlagsdaten sind nun die Jahre 1882, 1889 und 1890 mit ihren grössten Tagesregenmengen angeführt.

Aus dieser nach den Aufzeichnungen der k. k. meteorologischen Centralanstalt in Wien zusammengestellten Tabelle für das Niederschlagsgebiet der oberen Etsch und des Eisack-Flusses sammt den Seitenbächen beider Flüsse ist zu ersehen, dass für das Jahr 1882 an vielen der aufgeführten Beobachtungs-Stationen die Niederschlagsaufzeichnungen fehlen.

Für jene Beobachtungsorte aber, wo sie vorhanden, sind dieselben mit Ausnahme der einzigen Station St. Michele a. E. geringer als im Jahre 1890, somit der Schluss gerechtfertigt, dass im oberen Gebiete thatsächlich im Jahre 1890 die grössten Tagesniederschläge stattfanden.

Damit ist aber nicht gesagt, dass im unteren Etsch-Gebiete, von der Station St. Michele abwärts, nicht das umgekehrte Verhältnis platzgegriffen hat.

Eine wenn auch nur annäherungsweise Berechnung der 1882er Hochwassermengen für die Etsch-Strecke von der Eisack-Mündung abwärts nach erhobenen Flussquerprofilen war nicht möglich, indem dazumal die ganze I. Section nur theilweise ausgebaut, die Ufer vielseitig überströmt, ferner die Eisack- und Rienz-Flussbauten noch gar nicht im Gange waren, und infolge dessen auch hier viele seitliche Entleerungen vorkamen; ausserdem aber die für derartige Berechnungen unbedingt nöthigen Erhebungen, also die Grundlagen, gänzlich fehlten.

Angenommen selbst, dass in den oberen Etsch-Sectionen I/a und II die 1882er Niederschläge, bezw. die 1882er Hochwässer wirklich die maassgebendsten gewesen wären und die 1890er noch überragt hätten, so ist durch die im Operate in Antrag gebrachte Dammerhöhung von **1·5** *m* über das höchst berechnete 1890er Hochwasser genügende Sicherheit für eventuelle nicht ausgeschlossene noch höhere Wässer geboten und dürfte die beigefügte Bemerkung beruhigen, dass z. B. in der Section I/a das ungünstigste Profil bordvoll **2140** m^3 bei Profil 34·4 und in der Section II rund 2100 m^3 im Salurner Durchstiche abzuführen imstande ist.

Mit Rücksicht auf das Voraufgeführte wurde demnach auch die Berechnung der Niederschlagsmenge für das Jahr 1890 durchgeführt.

Wo die Möglichkeit vorhanden war, die beobachteten höchsten Hochwässer in geschlossenen Profilen zu ermitteln, sind die dadurch gewonnenen Resultate die verlässlichsten.

Diese Ermittlung war auch in dieser Section möglich, und zwar in der Flusstrecke von der Pfattner Brücke aufwärts bis zur Eisack-Mündung, in welcher Flusstrecke die letzten drei Hochwässer der Jahre 1888, 1889 und 1890 bereits concentriert zum Abflusse gelangten, nachdem in der ganzen oberen Etsch-Section, sowie am Eisack-Flusse keine seitlichen Ausbrüche erfolgt sind.

Vermöge der täglichen Niederschlagsmaxima war, wie vorher angeführt wurde, das Jahr 1890 das maassgebendste, auch die Hochwasserlinie erreichte laut Längenprofil im letztgenannten Jahre den höchsten bisher beobachteten Stand und ergab eine hiefür in den Profilen 29·700, 33·000 und 34·400 angestellte Berechnung ein 1890er Hochwasserquantum von rund 1373 — bezw. 1434 — bezw. 1379 m^3.

Von diesen drei Resultaten wurden das mittlere im Profile 33·000 mit einem Ausmaasse von 1434 oder rund **1440** m^3 ermittelte festgehalten, und zwar einerseits deshalb, weil es das grösste Quantum ergibt und es geboten erscheint, mit dem ungünstigsten Factor zu rechnen, anderseits aber, weil die beiden anderen Resultate vermöge stattgefundener Aenderungen an der Querprofilssohle bezw. zu grosser Nähe der Einbruchsstelle weniger Anspruch auf Verlässlichkeit haben.

Eine Einwendung, die im Profil 33·0 ermittelte Hochwasserlinie, bezw. das daselbst berechnete Hochwasserquantum von 1440 m^3 sei nicht zutreffend, weil das genannte Profil durch den Etsch-Ausbruch bei *km* 35·600 am 12. Juli 1890 beeinflusst wurde, ist hier nicht gerechtfertigt, einerseits deshalb, weil zur Zeit des Ausbruches das Hochwasser nahezu schon den höchsten Stand erreicht hatte, anderseits, weil das Profil, wonach die Hochwassermengen-Berechnung durchgeführt wurde, nahezu 2·5 *km* oberhalb des Einbruches liegt und überdies die Einwirkung dieses Bruches durch die starke Krümmung bei 34·5 für die oberhalb liegenden Flusstrecken bedeutend abgeschwächt wurde.

Es scheint demnach das ermittelte Hochwasserquantum von 1440 m^3 unmittelbar die richtigste Grundlage zur Bestimmung der Durchflussprofile zu bieten und kann eine weitere Berechnung der secundlichen Wassermenge, welche aus dem Etsch-Bett durch die Einbruchsstelle in das tiefer liegende Thalbecken strömte, entfallen.

Diese Berechnung würde auch mit Rücksicht darauf, dass bereits vor dem Einbruche ein Theil des Binnenlandes durch das Rückstauwasser der Etsch von der Branzoller Grabenmündung aufwärts allmählich gefüllt wurde, nur sehr approximative Resultate liefern, die selbstverständlich nie den Wert haben können, als wie die in genau aufgenommenen Durchflussprofilen ermittelten.

Aus dem Längenprofile der Section I/a, Tafel 50, ist zu ersehen, dass in dieser Section die 1890er Hochwasserlinie, die, wie vorher bemerkt wurde, den höchsten Stand nahezu schon erreicht hatte, als der Etsch-Einbruch erfolgte, nirgends die gegenwärtige Dammkrone erreichte, ja stellenweise ragen die Dämme, wie selbe nunmehr der Vollendung entgegengehen, sogar nicht unbedeutend über dieselbe empor.

Immerhin muss aber die gegenwärtige Dammkrone, mit Rücksicht auf die grosse Schotterführung bei Hochwasser und auf nicht ausgeschlossene noch höhere Wässer, als das bis dato beobachtete höchste des Jahres 1890, als nicht ausreichend erklärt werden, und ist demnach die im Operate entwickelte Dammhöhe von 1·5 *m* über das bisherige höchste Hochwasser vollkommen gerechtfertigt, denn nur durch genügend hohe und starke Hochwasserdämme wird die grösstmöglichste Sicherheit für den Bestand des Schutzdammes bei Hochwasser erreicht, die Beruhigung und das Vertrauen der Bevölkerung in das Etsch-Regulierungswerk als solches erweckt, und es werden, was nicht zu unterschätzen ist, die Schutz- und Wehrarbeiten bei den Hochwässern dadurch bedeutend erleichtert, und es ist die Möglichkeit geboten, dieselben in weniger kostspieliger Weise zu bewerkstelligen.

124. Capitel.

Entwicklung des Längenprofiles des theoretisch ermittelten Hochwasserstandes, bezw. der künftigen Dammkronenhöhen, sowie der entsprechenden Durchflussprofile.

Die mit 1440 m^3 ermittelten Hochwassermengen bieten für die richtige Beurtheilung, bezw. Ueberprüfung der Durchflussprofile in der Section I/a und ebenso für die Entwicklung des Längenprofiles (der Kronenhöhe der künftigen Hochwasserdämme) die weitere Grundlage, wobei natürlich der Erweiterung der Profile an Engstellen entsprechend Rechnung zu tragen ist.

Um diese Aufgabe möglichst richtig zu lösen, wurde folgender Vorgang beobachtet:

Zuerst wurde die Lage des 1890er Hochwassers im Längenprofile festgelegt, dann (im Herbste dieses Jahres) an Flussengen und anderen charakteristischen Stellen der Section Querprofile mit möglichster Schärfe aufgenommen und in dieselben die Höhe des in der Natur aufgenommenen 1890er Hochwassers eingetragen, hieraus die Wasserprofilsfläche a und der hydraulische Radius R für die Ganguillet'sche Formel bestimmt, und an der Hand derselben untersucht:

1. Ob durch all diese Profile das Quantum von 1440 m^3 per Secunde, wie bei Profil *km* 33·000 zum Durchfluss gelangte oder nicht.

Das Ergebnis dieser Rechnung zeigte, dass dies namentlich bei den unterhalb des Profiles 33·000 gelegenen Profilen nicht der Fall war. Es ergab sich dort eine geringere Abflussmenge, als bei 33·000 — und liegt der Grund hiefür offenbar darin, dass die thatsächliche Hochwasserhöhe, wie selbe sich beim geschlossenen Gerinne hätte zeigen müssen, infolge des Einbruches bei *km* 36·6—36·8 überhaupt nie vollständig erreicht wurde.

Die der Berechnung zu Grunde gelegte aufgenommene Hochwasserhöhe war also zu gering, weshalb auch das Resultat, die Durchflussmenge, geringer ausfallen musste, als dies bei geschlossenem Gerinne sicher der Fall gewesen wäre.

2. Wurde nun unter Voraussetzung des geschlossenen Gerinnes die Berechnung umgekehrt gemacht, nämlich untersucht, wie hoch sich bei einem Durchflussquantum von ca. 1440 m^3 die Wasserhöhe (und das Gefälle) in jedem kritischen Profile gestalten würde.

An jenen Profilen, wo das Flussbett hinreichend breit ist, konnte die auf diesem Wege gefundene Höhe als wahre 1890er Hochwasserhöhe beibehalten werden, an Flussengen jedoch, wie bei Profil 33·725, 34·400 etc. wurde berechnet:

3. Um welches Maass das Flussprofil zum Mindesten verbreitert werden müsste, um bei Festhaltung obigen Abflussquantums annähernd wieder zur früheren Wasserhöhe herabzugelangen.

Bei dem Frizzi-Hof im I. Lose und namentlich bei Piglon im IV. Lose stellte sich die auf diese Weise berechnete Linie namhaft höher als die früheren, weil an diesen Stellen der heute noch nicht bestehende rechtsseitige Hochwasserdamm vorausgesetzt wurde; in den übrigen Fällen wurde die alte Höhe nahezu erreicht.

Zwischen *km* 31·1 und 32·7 im I. Lose wurde überdies die natürliche 1890er Hochwasserlinie in Anbetracht der Profils-Erbreiterung bei 32·550 links ausgeglichen, weil durch dieselbe die Rückstauwirkung der Flussenge vermindert wird.

Bei der Erweiterung einzelner Flusstellen (Profile) wurde auch, in Rücksicht auf die günstigere Wasserführung, auf die Beseitigung störender Unregelmässigkeiten an den Uferwerken, namentlich der Ecken, Bedacht genommen, und zwar auch dann, wenn das Abflussvermögen an sich genügt hätte. — Eine solche Stelle ist u. a. bei 36·1 rechts.

Die auf diese Weise durch Erweiterung der Engstellen einerseits und Dammeinschaltungen anderseits corrigierte und den Abfluss von ca. 1440 m^3 markierende 1890er Hochwasserlinie kann nun als Basis für die Beurtheilung der weiteren Dammaufhöhungen angenommen werden.

Es wurde weiters davon ausgegangen, dass die neue Dammkronenhöhe mit Rücksicht auf die Unregelmässigkeiten,

die beim Ablaufe des Hochwassers auftreten können, unter denen die Schotterführung die erste Stelle einnimmt, ca. 1·5 *m* höher angenommen werden soll, als wie die theoretisch ermittelte Hochwasserlinie.

Es wurde nun diese Mehrhöhe an der ungünstigsten Flusstelle, bei Profil 34·400, als Norm angenommen und berechnet, welches Wasserquantum bei bordvollem Etsch-Gange innerhalb der neuen Dämme durchzufliessen vermag.

Das Resultat ergab ca. 2140 m^3.

Da aber die II. Section nicht mehr als 2100 m^3 bordvoll abzuführen imstande ist, so kann die auf das grössere Fassungsvermögen entfallende Merhöhe zu Gunsten des gefahrloseren Schotterabtriebes beibehalten werden.

Die solchergestalt bestimmte Dammhöhe durch Parallelziehung mit der Basislinie auch für alle übrigen Profile anzuwenden, schien aus dem Grunde unstatthaft, weil die Wasserhöhe nicht allein vom Gefälle, sondern auch vom Profilsradius abhängig ist, der in dem Maasse kleiner wird, als der benetzte Umfang p bei grossen Flussbreiten wächst, d. i. was durch das günstige Fassungsvermögen in Flussüberbreiten an Senkung des Hochwasserspiegels gewonnen wird, geht durch die Verkleinerung des Profilsradius infolge unverhältnismässigen Anwachsens von p zum Theil wieder verloren.

Es musste daher, um ein richtiges Bild zu gewinnen,

4. für jedes kritische Profil conform dem bei 34·400 jene Wasserhöhe berechnet werden, bei welcher das Quantum von 2140 m^3 bordvoll durchfliessen kann.

Die sich hieraus ergebende Linie, die, je nach der Flussbreite und dem Gefälle, sehr ungleiche Abstände von der Basislinie mit 1440 m^3 aufweist, stellt nun die theoretische Dammhöhe für ein gleichmässiges Wasserabflussvermögen von 2140 m^3 per Secunde (in der ganzen Section) dar, wobei allerdings für dieses höchste Wasser das Gefälle der Basislinie (1440 m^3) unter der Annahme beibehalten wurde, dass bei einer Wasserhöhe von 1440 m^3 aufwärts eine wesentliche Aenderung der Gefällsgruppierung, schon des Widerstandes in den verhältnismässig rasch aufeinander folgenden Curven, nicht mehr so leicht eintreten dürfte.

Allfällig sich zeigende, allzu auffällige bezügliche Ungleichheiten im Längenprofile mussten eben, um ganz sicher zu gehen, thunlichst vermieden werden.

(Diese Untersuchung kann in der I. und II. Section unterbleiben, weil dortselbst regelmässige Gerinne sind, d. i. keine so gewaltigen Unterschiede der Flussbreite existieren wie in I/a.)

5. Nachdem in der Ganguillet' und Kutter'schen Formel auf die Hemmung des Abflusses in Curven keine Rücksicht genommen ist, wird es angezeigt sein, namentlich in Concaven, noch einen kleinen Zuschlag au Dammhöhe zu geben, um schliesslich auch der mechanischen Wirkung des Wassers Rechnung zu tragen.

Im Obertheile des ersten, dem Eisack zunächst gelegenen Bauloses dürfte es sehr empfehlenswert sein, in Rücksicht auf die Schotterführung über das in der Abflusshöhe von 2140 m^3 enthaltene Maass noch einen Zuschlag von 0·30 *m* für alle Fälle hinzuzufügen.

Diese so gefundene Hochwasserdammlinie ist im Längenprofile eingetragen.

Die starke Senkung der Hochwasserdamm-Nivellette bei der Flussüberbreite des Profils 37·200 wurde thunlichst mit den Nachbarhöhen ausgeglichen, was seine Begründung darin findet, dass das ganz abnorm breite linksseitige bewachsene Vorland dem Abflusse mehr Widerstand entgegensetzen dürfte, als bei der Berechnung hiefür theoretisch durch den Profil-Radius und *n* angenommen wurde.

Es ist dies auch in Rücksicht auf die Möglichkeit der Aenderung des Gefälles bei aussergewöhnlich grossem Hochwasser in der ganz abnormen Flussbreite rathsam.

Da die Rechnung zu oben angeführten Zwecken in den überwiegenden Fällen indirecte, d. h. im Wege des Versuchens durchgeführt werden musste, so musste auch ein Spielraum von 20—30 *m* mehr oder weniger als noch statthaft betrachtet werden, weil eine solche Fehlergrenze gegenüber Quantitäten von 1440 m^3, resp. 2140 m^3 einerseits und den jeder Berechnung sich entziehenden Unregelmässigkeiten hinsichtlich der Dimensionierung gegenständlichen Objects anderseits, wohl nicht in Betracht kommen kann; ein genaues Hinrechnen an obigen Zahlen aber ungemein zeitraubend wäre.

Die vollständige genaue Ausarbeitung der Hochwasserdamm-Nivellette ist dann Gegenstand der Detailprojectierung.

Diese eingehende Arbeit diente den Vorgang im Principe klar zu legen und eine Grundlage für den approximativen Voranschlag zu bilden.

Zur besseren Demonstrierung der im Längenprofile angedeuteten neuen Dammnivellette wurde in einer Reihe charakteristischer Querprofile die geplante Erhöhung und Verstärkung per Hochwasserdämme eingetragen, und zwar die Dämme mit 4 *m* Kronenbreite und wo die Höhe der Hochwasserdämme über 3 *m*, mit Rückenbermen-Anlage, welche im allgemeinen mit 2 *m* Kronenbreite, dort aber, wo dieselben als Fahrweg dienen, mit 3 *m* anzulegen projectiert wurden.

Diese Verstärkungen sind auf Grund der Beobachtungen bei den wiederholten Hochwässern für nothwendig erachtet worden, einerseits um bei der grossen Höhe der Dämme dem Hochwasserdrucke einen widerstandsfähigeren Körper entgegenstellen zu können, anderseits um den häufigen und starken Sickerungen bei Hochwässern vorzubeugen, bezw. den damit entstehenden Gefahren für den Bestand des Dammes besser begegnen zu können.

Die Böschung des Dammkörpers wurde wasserseits 1 : 2 und landseits 2 : 3 angelegt, und die wasserseitigen Böschungen bis auf die Dammkrone durchwegs 0·30 *m* mittelst Bruchsteinen gepflastert angenommen.

Diese Schutzmaassregel wurde getroffen mit Rücksicht auf den beobachteten starken Wellenschlag bei Etsch-Hochgängen und in Ermanglung der nothwendigen genügenden Humuserde zur Verkleidung sämmtlicher Dammböschungen.

Als Dammschüttungsmateriale wurde, da seit dem Einbaue der Leitwerke die Schotterbänke beinahe vollkommen verschwanden, Bergschuttmateriale aus den Berglehnen in Pfatten in Aussicht genommen.

Behufs besserer (dichterer) Verbindung der Dammasse mit dem neu überschütteten Terrain wurde eine ca. 0·20 *m* tiefe Fundation angenommen, und das hieraus gewonnene Humusmateriale zur Bedeckung der nicht gepflasterten rückwärtigen Dammflächen verwendet.

Erweiterungen von Flussengen wurden bei Profil : 33·725, 34·400, 34·700, 35·325, 36·100 und 36·500 beantragt; ferners wurden behufs Ausgleichung von störenden Unregelmässigkeiten in Bezug auf die Wasserführung folgende Dammecken ausgeglichen, links 32·600 und 33·175, rechts 33·400, 35·600 bis 35·625 und 37.500.

An besonders exponierten Flusstellen, namentlich an Concaven, wo hinter den Leitwerken, bezw. zwischen den Traversen daselbst, eine Selbstverlandung nicht zu erwarten ist, wurde das Vorland mit schwerem Materiale auszufüllen und an den gefährdetsten Stellen zu pflastern beantragt.

Desgleichen ist die Ausfüllung selbst nicht verlandender tiefer Kolke sowie die Bedeckung einzelner Vorländer, die

nur aus leichtem Schlemmsande bestehen, mit Bergschutt projectiert.

Bezüglich der besseren Wasserführung wäre es allerdings noch zu empfehlen, die grosse Flussüberbreite vom *km* 36·6 bis 38·0 durch Hereinsetzen des linksseitigen Dammes auszugleichen.

Durch die Concave rechts zwischen *km* 36·8 bis 37·5 wird der Fluss zwar stets am rechten Uferwerke (wenn nicht eine ganz abnorme Störung eintritt) und links stets die grosse Schotterbank verbleiben; anders aber ist es mit dem linken Ufer zwischen *km* 37·3 und 38·0 bestellt, wo das Leitwerk in der Concaven weit vom Damm absteht und das Uferwerk durch diese Gestaltung immerfort starken Angriffen ausgesetzt bleiben wird, was die wiederholten Einbrüche bei *km* 37·9 bis 38·0 deutlich zeigen.

Im vorliegenden Projecte ist zwar die Ausfüllung des Vorlandes von *km* 37·850 abwärts und Abpflasterung desselben beantragt, allein die Hereinsetzung des Dammes, wie oben angedeutet, wurde nicht in Betracht gezogen, weil dieselbe namentlich von *km* 37·300 abwärts der tiefen Auskolkungen wegen mit namhaften Mehrkosten verbunden wäre.

In den folgenden Beilagen lit. A und B sind in der ersteren die Berechnungen der am 12. und 13. Juli niedergegangenen, bezw. zum Abfluss gekommenen Regenmengen und Vergleichung derselben mit den im Wege der Rechnung gefundenen Hochwasser-Durchflussmengen beim Profil 33·000 im I. Baulose der Section I/a, in der zweiten die Berechnung der Hochwassermengen, welche am 30. Juli 1890 die Flussprofile bei *km* 29·700, 33·000 und 34·400 pro Secunde passiert haben, enthalten.

Beilage A.

Vergleichung

der am 12. Juli 1890 im Sammelgebiete der Etsch und Eisack bis zu deren Zusammenflusse niedergegangenen Regenmengen, welche nach den aufgesammelten Daten der k. k. Centralanstalt für Meteorologie in Wien hier berechnet worden sind, und der hievon im Etsch-Flusse zum Abflusse gelangten, nach Ganguillet und Kutter berechneten Wassermengen.

Post-Nr.	Niederschlagsgebiete (Bezeichnung der einzelnen Gebiete)	Hauptgebiete: Etsch	Eisack	Rienz	Zusammen km^2	Maximum der täglichen Niederschlagshöhe in *mm*: Meteorologische Station und Seehöhe	1890 12.-13. Juli	Niedergegangene Regenmengen in jedem einzelnen Gebiete in m^3	Anmerkung
		Flächen-Ausdehnung in km^2							
1.	Gebiet der Etsch vom Ursprung bis zur Falschauer-Mündung einschliesslich Passer etc.	2100	—	—	2100	Marienberg 1330 *m* Schneeberg 2250 *m*	48·2 *mm* 114·6 *mm*	202,440.000	$1\ km^2 = 1,000.000\ m^2$. Nachdem das grosse Gebiet Post-Nr. 1 nur 2 Beobachtungs-Stationen hat, die, wie das ganze Gebiet, sehr hoch liegen, so wird man der Wahrscheinlichkeit am nächsten kommen, wenn man für die Regenmengeberechnung hieraus das Mittel nimmt. $\frac{0·0482 + 0·1146}{2} \times 1,000.000 \times 2100\ km^2 =$ $= 202,440.000\ m^3$ Kloster Marienberg liegt im Vintschgau nördlich von Glurns am Fusse des Klosterberges, ca. 1330 *m*.
2.	Gebiet der linken Zuflüsse von der Falschauer- bis zur Eisack-Mündung . .	80							
3.	Gebiet der rechtsseitigen Zuflüsse von der Falschauer bis zur Eisack-Mündung	103	—	—	495	Gries bei Bozen 200 *m*	90·2 *mm*	44,649.000 zusammen 247,088.000	$0·0902 \times 1,000.000 \times 495\ km^2 = 44,649.000\ m^3$ I. Section: Gesammtmenge des 12. Juli 1890.
4.	Gebiet des Falschauerbaches für sich	312							
5.	Gebiet der Eisack vom Ursprung bis zur Rienz-Mündung	—	435	—	435	Schneeberg 2200 *m* Gossensass 1070 *m*	114·6 *mm* 37·6 *mm*	33,060.000	Hier dürfte das Mittel aus den 2 Stationen das richtige sein. $\frac{114·6 + 37·6}{2} = 0·076 \times 1,000.000 \times 435\ km^2$ $= 40,536.100\ m^3$
6.	Gebiet der Eisack von der Rienz-Mündung bis zur Talfer-Mündung	—	1156	—	1156	Brixen 587 *m* Oberbozen 1170 *m* Bozen 260 *m*	62·2 *mm* 88·1 *mm* 93·9 *mm*	94,098.400	Hier dürfte das Mittel aus den 3 Stationen das richtige sein. $\frac{0·0622 + 0·0881 + 0·0939}{3} \times 1,000.000 \times 1156\ km^2$ $= 94,098.400\ m^3$
7.	Gebiet des Talfer-Baches	—	473	—	473	St. Georgen ca. 700 *m*	85·7 *mm*	40,536.100	$0·0857 \times 1,000.000 \times 473\ km^2 = 40,536.100\ m^3$ St. Georgen liegt nördlich von Gries bei Bozen am Südabhange des Lenasiner-Berges.
8.	Gebiet der Rienz vom Ursprung bis zur Mündung des Ahren-Baches . . .	—	—	591					
9.	Gebiet der Rienz von der Ahrenbach-Mündung bis zur Eisack-Mündung sammt den linksseitigen Zuflüssen	—	—	572	2077	Toblach 1200 *m*	66·0 *mm*	137,082.000 zusammen 551,865.500	$0·066 \times 1,000.000 \times 2077\ km^3 = 137,082.000\ m^3$ Section I/a unmittelbar unterhalb der Eisack-Mündung, Gesammtregenmenge bis 12. Juli 1891.
10.	Gebiet der rechtsseitigen Zuflüsse	—	—	258					
11.	Gebiet des Ahren-Baches selbst	—	—	629					
	Für die II. Section kommt hinzu:								
12.	Die linksseitigen Zuflüsse der Etsch von der Talfer-Mündung bis zur Avisio-Mündung	243							
13.	Die rechtsseitigen Zuflüsse von der Eisack-Mündung bis zur Noce-Mündung .	196	—	—	439	Berghof bei Faëdo und St. Michele an der Etsch	12·7 *mm* 92·0 *mm* 12·7 *mm* 83·0 *mm*	38,500.300	$\frac{0·0920 + 0·0834}{2} \times 1,000.000 \times 439\ km^2$ $= 38,500,300\ m^3$
	Zusammen . .	3034	2064	2077	7175			590,365.800	I., I a und II. Section an der St. Micheler Brücke, Gesammtmenge des 12. Juli 1890.

In Branzoll begann der Regen am 12. Juli um 8 Uhr früh und währte bis Mitternacht, ersterer Zeitpunkt kann daher für die Section als Beginn der Juli-Hochwasserperiode betrachtet werden.

Dass im Hochgebirge ein Theil dieser Regenmenge einige Zeit hindurch vielleicht als Schnee niederfiel, fällt für das abgeschlossene Gesammtquantum ausser Betracht, denn das Abschmelzen und damit der Abfluss dieser auf kurze Zeit latenten Hochwassermengen fiel noch innerhalb der unten näher bezeichneten Hochwasserperiode und hatte nur auf die Bewegung der Wasserstände innerhalb dieser Periode Einfluss.

Um sich Klarheit über diesen Abfluss der Niederschlagsmengen zu verschaffen, muss man sich vergegenwärtigen, welche Stufen (Stadien) das Hochwasser vom damaligen Sommer- (Normal-) Wasserstande an bis zur Rückkehr zu diesem durchlaufen hat.

Dieser Sommerwasserstand ist als Basis (Pegel Branzoll 2·50) zu betrachten, nämlich als jene Quantität, die aller Wahrscheinlichkeit nach, da zu jener Zeit der Wasserstand ein ziemlich constanter war, auch ohne Eintritt des Regens abgeflossen wäre.

Gegenüber der Niederschlagsmenge kommt jedoch nur jene Abflussmenge in Rechnung, welche über dieses normale Sommerwasser abgeflossen ist; denn im anderen Falle müsste man das Flussgerinne als vorher leer annehmen, was ja nicht der Fall war.

Um über die hier maassgebenden Verhältnisse jener Zeit einen Ueberblick zu gewinnen, seien folgende Daten, die zum Theil der einzelnen Beobachtung und zum Theil der meteorologischen Beobachtungs-Station zu Bozen entstammen, vorausgeschickt.

Datum Juli 1890	Pegel		Temperatur Celsius		Feuchtigkeit der Luft in %	Regenhöhe	Witterung	Wind	Anmerkung
	Neumarkt	Branzoll	8 Uhr früh	2 Uhr mittags					
9. Juli	1·85	2·15	16·—	25·—	73	—	schön	S	
10. „	1·70	2·10	18·7	27·2	85	—	„		
11. „	1·80	2·20	18·8	17·2	86	23·1	bedeckt	„	
12. „ 8 Uhr früh	**2·50**	**2·50**						„	Beginn der Hochwasserperiode 8 Uhr früh.
12. „ 6 „ abends	—	**3·60**							
12. „ 10 „ nachts	—	**4·50**	16·2	18·—	100	93·8	starker Regen	„	
12. „ 12 „ „	—	**5·70**							
13. „ 9 „ früh	5·15	**5·70**	12·6	19·4	74	—	bedeckt	NO	
13. „ 9 „ abends	—	**4·50**							Der Branzoller Pegel gibt vom 13. an infolge des Einbruches keine richtigen Ablesungen. — Nachdem er aber, wie der Stand am 12. darthut, in der Mittellage mit jenem von Neumarkt völlig übereinstimmt, so kann man ohne einen erheblichen Fehler zu begehen, letzteren hiefür substituieren resp. die fehlerhafte Ablesung zu Branzoll nach diesem berichtigen.
14. „ 8 „ „	3·60	**3·60**	15·4	23·4	68	—	wolkenlos	still	
15. „ keine	3·30	—	17·2	25·7	74	—	„		
16. „ 8 Uhr abends	3·0	**3·00**	20·8	28·—	67	—	„	„	
17. „ 8 „ früh	2·8	—	21·—	29·4	77	—	schön	Ö	
18. „ 8 „ „	2·8	—	21·8	30·8	78	—	während des Tages gut, nachts Gewitter	still	
19. „ 8 „ „	3·2	—	19·—	26·8	23	16·5	regnerisch	N	Für die Bestimmung der Regenabflussmengen des 12. Juli, kann der hohe Wasserstand des 20. Juli als nicht vorhanden betrachtet werden.
20. „ 8 „ „	3·1	—	16·4	16·6	98	36·9	Regen	NW	
20. „ 12 „ nachts	4·2	—							
21. „ bis zum									
25. „ 8 Uhr früh	**2·50**	**2·50**	—	--	—	—	schön		Ende der Hochwasserperiode 8 Uhr früh.

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass der Regenmengenabfluss in der Hauptsache zwischen dem 12. und 16. Juli stattfand und die Rückkehr zum normalen Sommerwasserstande am 25. Juli erfolgte.

Der Einfluss solch abnormer Niederschläge wirkt, wie das Jahr 1882 gezeigt hat, auf Wochen, ja Monate hinaus.

Es handelt sich nun darum, für die einzelnen Hochwasserstadien (Pegelhöhen) die zugehörigen Abflussmengen per Secunde nach Ganguillet und Kutter zu bestimmen, das normale Sommerwasser hievon abzuziehen, woraus sich dann das Regenwasserquantum ergibt, welches thatsächlich im Etsch-Bette bei einem bestimmten Pegelstande zum Abfluss gelangte.

Die Gesammtabflussmenge wird sich nun annähernd durch Aufstellung einer Massenrechnung bestimmen lassen, worin die secundlichen Abflussmengen der einzelnen Pegelhöhen an Stelle der Ordinaten und die Zeitintervalle in Secunden ausgedrückt, an Stelle der Abscissen gesetzt werden müssen.

Zur Berechnung dieser Abflussmengen eignet sich am besten das nachstehende geschlossene Profil bei *km* 33·000 im I. Baulose (Fig. 70).

Berechnungsdaten.

$J = 0{\cdot}000155$ relatives Gefälle, bei Hoch- und Niederwasser ein- und dasselbe.

$n = 0{\cdot}03$ Rauhigkeits-Coëfficient.

$a =$ Wasserquerschnittsfläche.

$p =$ benetzter Umfang.

$R = \frac{a}{p}$ Profilradius.

$v =$ Geschwindigkeit des Wassers.

Wassermengen pro Secunde $M = a\,v$.

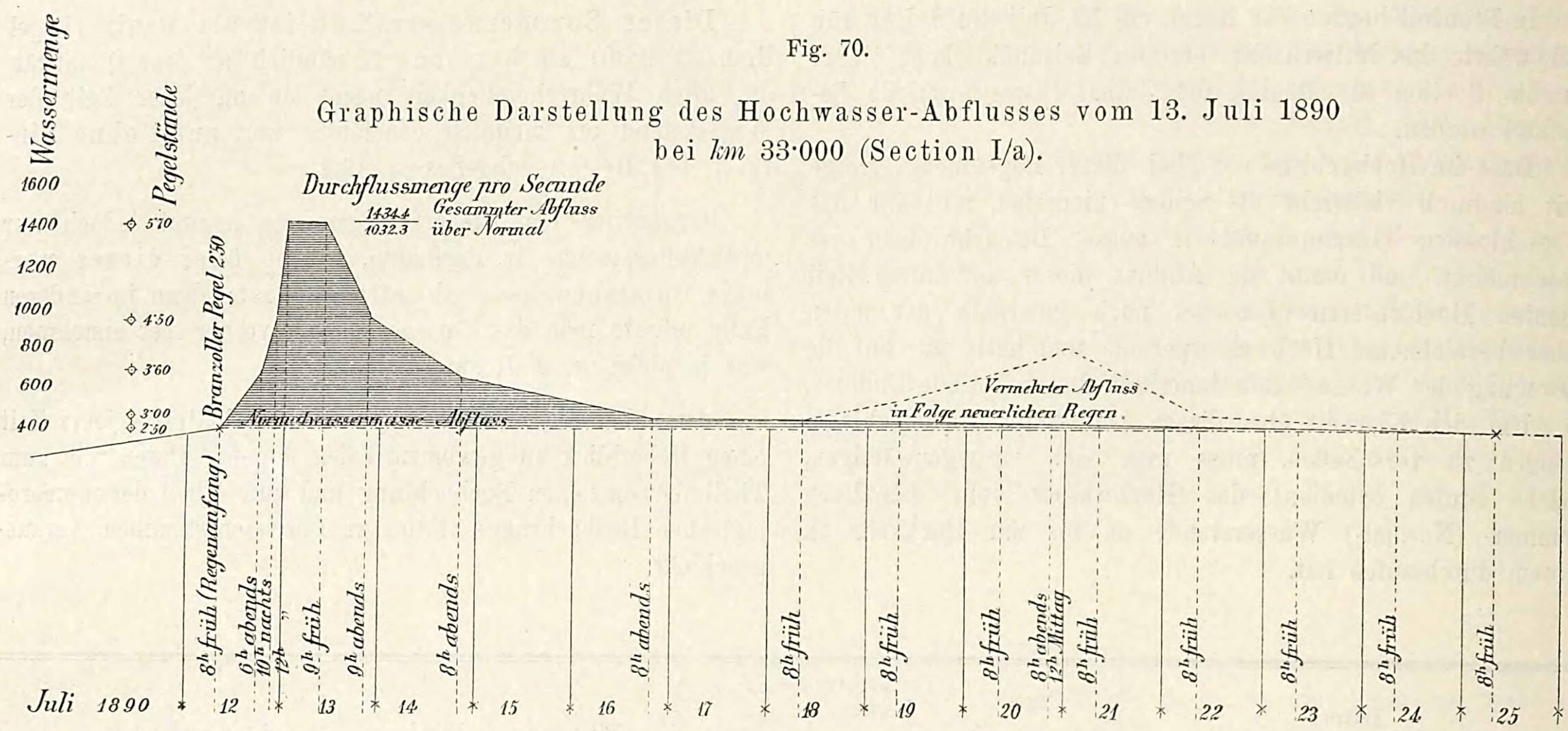
$$v = \text{per Secunde}\ \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}000155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}000155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{RJ}.$$

$$\text{Für diese Fälle}\ v = \frac{57{\cdot}333\ldots}{1 + 24\,\frac{n}{\sqrt{R}}} \times \sqrt{RJ}.$$

Die Berechnung erfolgt in der Weise, dass man das ganze Wasserprofil als eine einzige Lamelle betrachtet.

Fig. 70.

Graphische Darstellung des Hochwasser-Abflusses vom 13. Juli 1890 bei *km* 33·000 (Section I/a).



Bestimmungen von Q und p für jede Pegelhöhe (siehe das Querprofil 33·000, Fig. 70) und der daraus resultierenden Hochwasserabflussmengen.

Pegelhöhe	Cote des Hochwasser-spiegels	Höhendifferenz gegenüber dem Hochwasser	Flussbreite am Wasserspiegel gemessen	Bestimmung von a	Bestimmung von p	Wasser-mengen
5·7	233·42	0·00 *m*	83·5	 398·45 m^2	 87·55 *m*	1434·40 m^3
4·5	232·29	1·13 *m*	81·4	$398{\cdot}45 - \frac{83{\cdot}5 + 81{\cdot}4}{2} \times 1{\cdot}13$ 305·28 m^2	87·55 — 3·7 83·85 *m*	952·47 m^3
3·6	231·44	1·98 *m*	79·3	$398{\cdot}45 - \frac{83{\cdot}5 + 79{\cdot}3}{2} \times 1{\cdot}98$ 237·28 m^2	87·55 — 6·8 80·75 *m*	645·40 m^3
3·0	230·87	2·55 *m*	78·—	$398{\cdot}45 - \frac{83{\cdot}5 + 78{\cdot}0}{2} \times 2{\cdot}55$ 192·56 m^2	87·55 — 8·9 78·65 *m*	466·19 *m*
2·5	230·39	3·03 *m*	61·7	$398{\cdot}45 \left\{ \frac{(a_1 = 6{\cdot}76 + a_2 = 44{\cdot}07) + \\ + 83{\cdot}5 - (5{\cdot}3 + 15{\cdot}6) + 61{\cdot}7 \times 3{\cdot}03}{2} \right\} = 159{\cdot}31\ m^2$	87·55 — (5·9 + 15·65 + 2 + 3·1) = 60·90 *m*	402·10 m^3 Normal-wasserstand

Von diesen gefundenen Abflussmengen ist, wie schon oben gesagt, das normale Sommerwasser von 402·1 m^3 in Abzug zu bringen, woraus sich dann der durch den Regen hervorgerufene Wasserabfluss ergibt. Die so erhaltenen Werte sind dann in die Massenrechnung wie folgt einzusetzen.

Datum 1890	Pegel in Branzoll	M. — 402·1 m^3 Wassermenge über dem normalen Sommer-wasser in m^3	Wassermenge in m^3	Fragliche Wassermenge in m^3	Zeitraum Stunden	Zeitraum Secunden	Abgeflossene Wassermengen
12. Juli 8 Uhr früh	2·5	0·00					
12. „ 6 „ abends	3·6	243·30	243·30	121·65	10	36.000	4,379.400·—
12. „ 10 „ „	4·5	550·37	793·07	396·87	4	14.400	5,714.496·—
12. „ 12 „ nachts	5·7	1032·30	1582·62	791·37	2	7.200	5,697.648·—
13. „ 9 „ früh	5·7	1032·30	2064·60	1032·30	9	32.400	33,446.520·—
13. „ 9 „ abends	4·5	550·37	1582·67	791·54	12	43.200	34,185.888·—
14. „ 8 „ „	3·6	243·30	795·67	396·84	23	32.800	32,858.352·—
16. „ 8 „ „	3·0	64·10	307·40	153·70	48	172.800	26,559.360·—
25. „ 8 „ früh	2·5	0·00	64·10	32·05	204	734.400	23,537.520·—
				Zusammen . .	312	1,123.200	166,379.184·—

Dieses Quantum von 166,379·184·— m^3 ist der thatsächliche Regenmengengesammtabfluss gegenüber einer Gesammtniederschlagsmenge von 551,865.500 m^3 (siehe Tabelle pag. 300). Dies das Ergebnis der Rechnung.

Wenn man nun annimmt, dass $^2/_3$ dieser Niederschlagsmenge infolge Verdunstung (für immer) und durch Versickerung (Aufsaugung) wenigstens für die erste Zeit verloren geht, nämlich letzere Menge viel später und langsamer also successive nach Wochen zum Abfluss gelangt, während $^1/_3$ sogleich (in den ersten Tagen) abfliesst, so ergibt sich für den höchsten Pegelstand ein Regenabfluss von

$^1/_3 \times \frac{551{,}865.500}{166{,}379.184} \times 1032{\cdot}3$ 1141·3 m^3

und das normale Sommerwasser hinzugerechnet mit 402·1 m^3

ergäbe ein Maximalabflussquantum per Secunde von 1543·4 m^3

gegenüber der im geschlossenen Profile berechneten Gesammtabflussmenge per Secunde mit 1434·4 m_3

(Bei einer Annahme, dass $^1/_2$ der Gesammtniederschlagsmenge zum Abflusse käme, erhielte man statt 1543 m^3 2115 m^3 und bei $^2/_3$ Annahme 2684 m^3 Abfluss per Secunde.)

Beilage B.

Berechnung

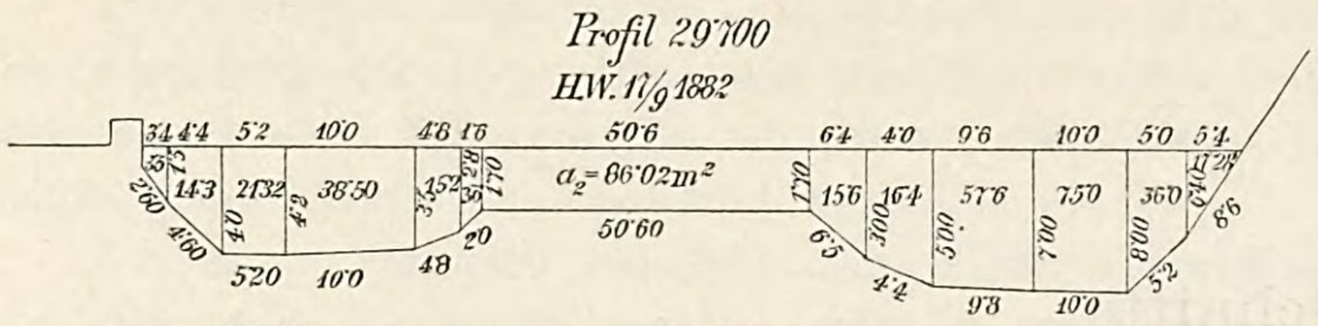
der Hochwassermengen, welche am 13. Juli 1890 die Flussprofile bei *km* 29·700, 33·000 und 34·400 pro Secunde passiert haben.

M = Wasserquantum,
a = Wasserquerschnittsfläche,
p = benetzter Umfang,
n = Rauhigkeits-Coëfficient,
J = relatives Gefälle,
v = Geschwindigkeit des Wassers pro Secunde,
$R = \frac{a}{p}$ = hydraulischer Radius,
α) β) Rauhigkeits-Coëfficienten.

I. Berechnung der Hochwassermengen nach Ganguillet und Kutter, welche am 12. Juli 1890, bezw. am 17. September 1882 das Flussprofil 29·700 passiert haben, und zwar:

a) Hochwasser am 17. September 1882, gerechnet nach 3 Lamellen.

Fig. 71.



$u_1 = 29{\cdot}20\,m$ $u_2 = 50{\cdot}60\,m$ $u_3 = 44{\cdot}50\,m$

$M = a_1\, v_1$

$$v_1 = \frac{23 + \frac{1}{n} \times \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 \times \left(23 \times \frac{0{\cdot}00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R\,J}$$

$J = 0{\cdot}0016$ $n = 0{\cdot}03$ $\frac{1}{n} = 33{\cdot}333$

$R_1 = \frac{a_1}{p} = \frac{93{\cdot}42}{29{\cdot}20} = 3{\cdot}199315$

$\sqrt{R^1} = 1{\cdot}788$ $\sqrt{R_1\,J} = 0{\cdot}0715$

$\frac{n}{\sqrt{R}} = 0{\cdot}01677$

$$v_1 = \frac{57{\cdot}301 \times 0{\cdot}0715}{1 \times (23{\cdot}968 \times 0{\cdot}01677)} = 2{\cdot}922\,m$$

$M_1 = 272{\cdot}97\,m^3$ $M_2 = a_2\,.\,v_2$

$R_2 = 1{\cdot}70$ $\sqrt{R_2} = 1{\cdot}303$

$\sqrt{R_2\,J} = 0{\cdot}0521$ $\frac{n}{\sqrt{R_2}} = 0{\cdot}023$

$$v_2 = \frac{57{\cdot}301\,\sqrt{R_2\,J}}{1 + (23{\cdot}968)\frac{n}{\sqrt{R_2}}} = 1{\cdot}924\,m$$

$M_2 = 86{\cdot}02 \times 1{\cdot}924 = 165{\cdot}50\,m^3$

$M_3 = a_3\,.\,v_3$ $R_3 = 4{\cdot}89617$

$\sqrt{R_3} = 2{\cdot}212$ $\sqrt{R_3\,J} = 0{\cdot}0885$

$\frac{n}{\sqrt{R_3}} = 0{\cdot}0135$

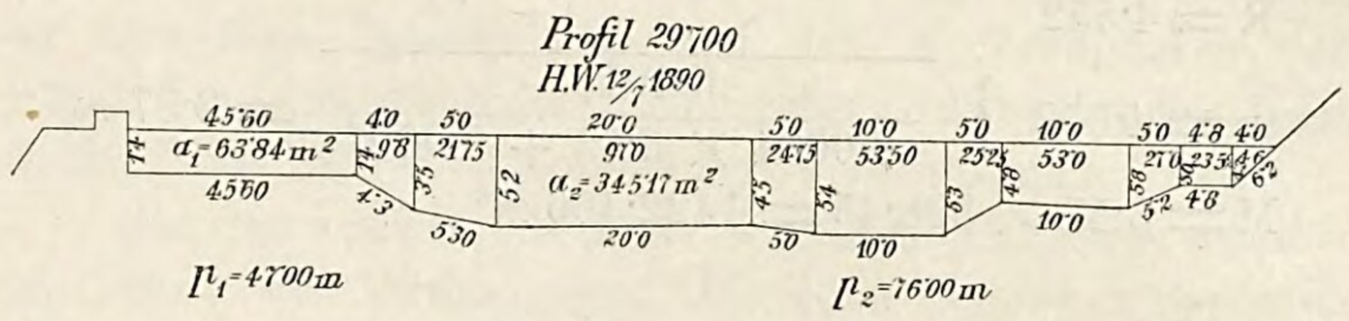
$$v_3 = \frac{57{\cdot}301\,.\,\sqrt{R_3\,J}}{1 + (23{\cdot}968)\,\frac{n}{\sqrt{R}}} = 3{\cdot}832\,m^3$$

$M_3 = 217{\cdot}88 \times 3{\cdot}832 = 834{\cdot}92\,m^3$

$M_1 + M_2 + M_3 = M = 1273{\cdot}38\,m^3$

b) Hochwasser vom 12. Juli 1890, gerechnet nach 2 Lamellen.

Fig. 72.



$M_1 = a_1\, v_1$

$$v_1 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R\,.\,J}$$

$R = \frac{a_1}{p_1} = 1{\cdot}375$ $n = 0{\cdot}03$

$\sqrt{R} = 1{\cdot}165$ $J = 0{\cdot}00162$

$\sqrt{R\,J} = 0{\cdot}0468$ $\frac{1}{n} = 33{\cdot}333\ldots$

$$v_1 = \frac{57{\cdot}289 \times 0{\cdot}00468}{1 + (23 \times 0{\cdot}0257)} = 1{\cdot}659\,m$$

$M_1 = 63{\cdot}84 \times 1{\cdot}059 = 105{\cdot}91\,m^3$

$M_2 = a_2\,.\,v_2$

$R_2 = \frac{a_2}{p_2} = \frac{345{\cdot}17}{70{\cdot}00} = 4{\cdot}5417$

$\sqrt{R_2} = 2{\cdot}131$ $\sqrt{R_2 J} = 0{\cdot}0857$

$\frac{n}{\sqrt{R_2}} = 0{\cdot}01407$

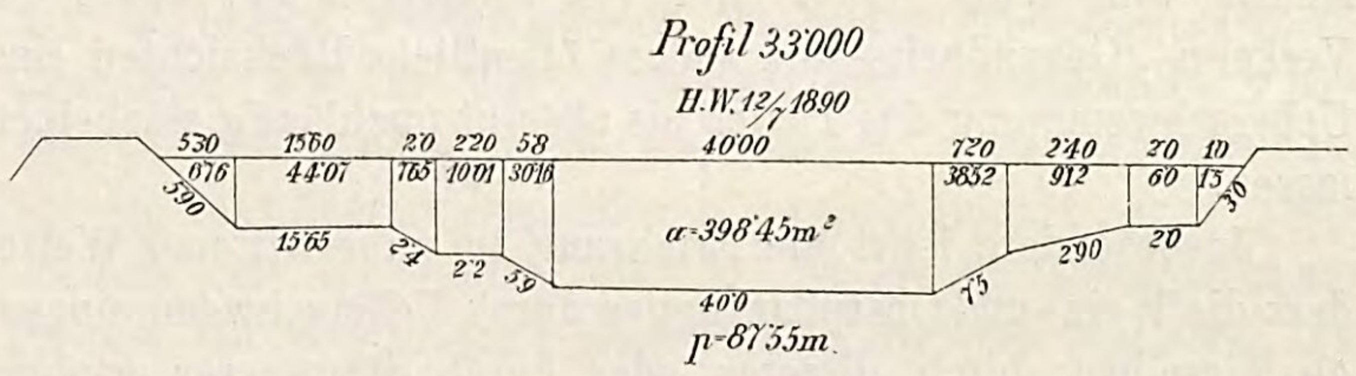
$$v_2 = \frac{57{\cdot}289 \times 0{\cdot}0857}{1 + 23{\cdot}956 \times 0{\cdot}01407} = 3{\cdot}672\,m$$

$M_2 = 345{\cdot}17 \times 3{\cdot}672 = 1267{\cdot}46\,m^3$

$M_1 + M_2 = M = 1373{\cdot}37\,m^3$

II. Berechnung der Hochwassermengen, welche am 12. Juli 1890 das Flussprofil 33·000 passiert haben, und zwar nach 1 Lamelle gerechnet.

Fig. 73.



a) Nach der Formel von Ganguillet und Kutter gerechnet.

$a = 398{\cdot}45$ $J = 0{\cdot}00155\,m$

$p = 87{\cdot}55$ $R = 4{\cdot}552141$

$\sqrt{R} = 2{\cdot}1335$ $\frac{n}{\sqrt{R}} = 0{\cdot}004062$

$\sqrt{R\,J} = 0{\cdot}084$

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R\,J}$$

$$v = \frac{57{\cdot}333 \times 0{\cdot}0084}{1 + 24 \times 0{\cdot}014062} = 3{\cdot}60\,m$$

$M = 398{\cdot}45 \times 3{\cdot}60 = 1434{\cdot}42\,m^3$

b) Nach der Formel von Darcy und Bazin gerechnet.

$$v = R \sqrt{\frac{J}{\alpha R + \beta}}$$

$J = 0{\cdot}00155$

$\alpha = 0{\cdot}0004$

$\beta = 0{\cdot}0007$

$R = 4{\cdot}552$

$$v = 4{\cdot}552 \sqrt{\frac{0{\cdot}00155}{0{\cdot}0004 \times 5{\cdot}52 + 0{\cdot}0007}} = 3{\cdot}57\ m$$

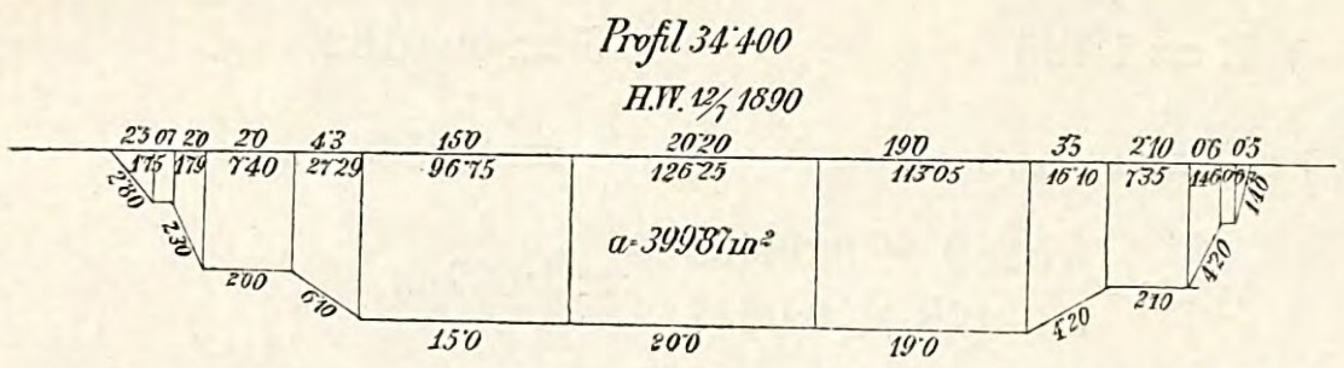
$M = 3{\cdot}57 \times 398{\cdot}45 = 1422{\cdot}466\ m^3$

III. Berechnung der Hochwassermengen,

welche am 12. Juli 1890 das Flussprofil bei 34·400 passiert haben.

a) Nach der Formel von Ganguillet und Kutter, und zwar nach 1 Lamelle gerechnet.

Fig. 74.



$a = 399{\cdot}87\ m^2$ $\qquad J = 0{\cdot}0012$

$p = 77{\cdot}60$

$R = 5{\cdot}153$

$\sqrt{R} = 2{\cdot}270$

$\frac{n}{\sqrt{R}} = 0{\cdot}0132$

$\sqrt{RJ} = 0{\cdot}0786$

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{1{\cdot}00135}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{RJ}$$

$$v = \frac{57{\cdot}624\ \sqrt{RJ}}{1 + (23 + 1{\cdot}291)\frac{n}{\sqrt{R}}} = \frac{4{\cdot}5308}{1{\cdot}3106} = 3{\cdot}45\ m$$

$M = 1379{\cdot}55\ m^3$

b) Nach der Formel von Darcy und Bazin gerechnet.

$$v = R \sqrt{\frac{J}{\alpha R + \beta}}$$

$\alpha = 0{\cdot}0004$

$\beta = 0{\cdot}0007$

$J = 0{\cdot}0012$

$R = 5{\cdot}153$

$v = 5{\cdot}153 \times 0{\cdot}659 = 3{\cdot}396\ m$

$M = 3{\cdot}396 \times 399{\cdot}87 = 1357{\cdot}958\ m^3$

XXII. Abschnitt.

Die Revision des Etsch-Regulierungs-Projectes in der II. Section.

125. Capitel.

Allgemeines über den Erfolg der Etsch-Regulierung in dieser Section.

Der wichtigste Theil der Regulierungsaufgabe ist der Schutz des Etsch-Thales vor den Ueberschwemmungen durch Hochwässer, welcher umso unerlässlicher ist, als die intensive Cultur und Bevölkerungsdichtigkeit, der fast ausschliessliche Anbau von Wein, Obst und von Ackerfrüchten, sowie die Verkehrs-, Gesundheits- und andere öffentliche Rücksichten eine Ueberschwemmung des Thales als absolut unzulässig erscheinen lassen.

Insbesondere lehrt die Erfahrung in unbestrittener Weise, dass die Wein- und Obstpflanzungen durch Ueberschwemmungen, ob dieselben durch directes oder durch Stauwasser erfolgen mögen, in kürzester Zeit zu Grunde gehen, so dass in letzter Zeit aus dieser Ursache grosse Complexe mit ganz jungen Pflanzen besteckt werden mussten.

Nur die amerikanischen Reben vermögen der Feuchtigkeit der Ueberschwemmungen besser zu widerstehen, dafür aber ist ihr Ertrag ein verhältnismässig so geringer, dass ihr ausschliesslicher Anbau dem Ruin des Etsch-Thales als Weinland gleichkommnn würde.

Aus den dargestellten Gründen ist es auch erklärlich, dass der Schutz vor Ueberschwemmungen als die Grundbedingung des wirtschaftlichen Gedeihens des Etsch-Thales, und insbesondere auch der II. Etsch-Regulierungs-Section angesehen und von allen Interessenten ausnahmslos verlangt wird.

Nur ganz vereinzelt kam es vor, dass ein Besitzer von Ufergrundstücken in unrichtiger Auffassung der Sachlage den Schutz gegen Ueberschwemmungen vermissen zu dürfen glaubte, oder aber die Hoffnung hegte, von seinen Grundstücken auch ohne dieses Schutzes und ohne Beitragsleistung zu den Etsch-Regulierungskosten die erwünschte Ernte zu erzielen.

Ein solcher Fall ereignete sich an der Grenze der Sectionen I/a und II beim Gute Piglon, dessen früherer Besitzer gegen die Anlage der Hochwasserdämme wegen Ersparung der Concurrenzbeiträge protestierte.

Eine Reihe von Ueberschwemmungen in den Jahren 1882, 1885, 1886, 1888, 1889 und 1890 zerstörte aber die früher so schönen und erträgnisreichen Culturen dieses Gutes, und verursachte das wirtschaftliche Verderben des Besitzers, so dass seither die beiden Besitznachfolger in Erkenntnis der Sachlage die Herstellung der Hochwasserdämme auch in dieser ausnahmsweise bisher nicht geschützten Strecke dringend begehren.

Die grossen Massen unfruchtbaren Geschiebes, mit welchen die Hochwässer der Etsch die Fluren überdecken, die grosse Geschwindigkeit der Hochwässer, welche das Thal durch Wegschwemmung der Ackerkrume und Bildung von Rissen und Runsen zerstören, sowie schliesslich die Empfindlichkeit der edlen Wein- und Obstpflanzungen gegen Ueberschwemmungen überhaupt lassen in diesem Thale nur das System der Hochwasserdämme als angezeigt erscheinen.

In der That haben auch die Vertreter der Genossenschaft der II. Etsch-Regulierungs-Section, welche selbst Besitzer grosser Liegenschaften im Etsch-Thale sind, unter ihnen auch der erfahrene Landtagsabgeordnete, Grossgrundbesitzer und

ehemalige Oberingenieur der Südbahn Herr Alois von Aufschnaiter, bei der commissionellen Verhandlung vom 28. Februar 1891 folgende Aeusserung zu Protokoll gegeben:

„Das Verdämmungssystem im Vereine mit der Ent-„wässerung hat alle diese wertvollen Objecte geschaffen, „und nur durch die Einhaltung dieses Systemes können „diese Werte auch fernerhin vor der Zerstörung geschützt, „bezw. vor weiteren Einbrüchen und Ueberflutungen be-„wahrt werden."

„Mit dieser Thatsache muss man unbedingt rechnen."

Um dem Ansuchen der Interessenten gemäss eine Ueberprüfung der Durchflussprofile der regulierten Etsch vornehmen zu können, musste die Frage erörtert werden, inwieferne die schon in den oberen Sectionen erwähnten beiden Hauptaufgaben der Regulierung, nämlich die Normalisierung und der Schutz vor Ueberschwemmungen, erreicht worden seien.

Was den ersten Theil der Aufgabe anbelangt, so ist nach der vorgenommenen Localbesichtigung als erwiesen zu betrachten, dass das Nieder- und Mittelwasser in mustergiltiger Weise concentriert erscheint, so dass bei der Localisierung trotz des äusserst niedrigen Wasserstandes die Wasserfläche sich spiegelartig darstellte, ohne irgendwelche Sand- oder Schotterbänke aufzuweisen.

Kaum vermochte das Auge an wenigen Stellen eine stärkere Wellengestaltung zu unterscheiden, welche durch locale Ursachen stets leicht zu erklären war.

Den schönsten Erwartungen entsprechend zeigte sich auch die Eintiefung des Flussbettes und der Niederwasserstände, welche aus dem Längenprofile mit einer jeden Zweifel ausschliessenden Gewissheit constatiert werden konnte.

Um einen Vergleich zwischen dem Niederwasserspiegel vor und nach der Regulierung zu erhalten, wurden in das Längenprofil der Niederwasserstand vom Jahre 1880, also vor Beginn der Regulierung, sowie derjenige vom Jahre 1891 eingetragen.

Ein Blick auf diese beiden Linien zeigte, dass sich das Niederwasser 1890 in der ganzen 23·5 *km* langen Strecke an keiner Stelle über das Niederwasser vom Jahre 1880 erhebt, wohl aber durchgehends und zwar sehr bedeutend unter dieser Linie gelegen ist.

Diese Eintiefung, ein Hauptkriterium einer gelungenen Flussregulierung, beträgt bei *km* 0, das ist unterhalb der Gmunder Eisenbahnbrücke jetzt schon 50 *cm*, wobei jedoch noch eine weitere Eintiefung von etwa 80 *cm* mit Sicherheit erwartet werden kann, nachdem die Eintiefung infolge des erst kürzlich ausgebildeten Auerer Durchstiches und der im Zuge der Ausführung befindlichen Abtragung der Fundamente der alten Gmunder Eisenbahnbrücke erst in der Entwicklung begriffen ist.

Von da an bis *km* 6·5 beträgt die Eintiefung durchschnittlich 70 *cm* und im Maximum bei *km* 5·6 sogar 110 *cm*.

Von *km* 6·5 bis 10·6 beträgt die Eintiefung im Durchschnitte bloss 20 *cm*, von dieser Stelle an bis zum Ende der Section II aber durchschnittlich 70 *cm* und im Maximum bei *km* 12 sogar 100 *cm*.

Dieser so überaus günstigen Eintiefung der Sohle gegenüber dem schon sehr niedrigen Niederwasserstande vom Jahre 1880, ist das sehr befriedigende Ergebnis zuzuschreiben, dass sogar die ältesten, seinerzeit jedenfalls unter dem Niederwasserstande abgeschnittenen Pilotenreste und sonstigen Bautheile zum Vorscheine kamen, welche seit 1868 dem menschlichen Auge verborgen waren.

Vergleicht man das Niederwasser 1891 mit demjenigen des Jahres 1883, also bei Beginn der Arbeiten, aber nach der allerdings grossen Geschiebeführung des Jahres 1882, so ergibt sich eine noch weit grössere, geradezu überraschende Eintiefung, welche beispielsweise bei *km* 4·2 nichts weniger als 210 *cm* beträgt.

Es konnte nicht ausbleiben, dass diese grossartigen Eintiefungseffecte auf die Senkung des Grundwasserstandes und hiemit die Entsumpfung des Thales von den segensreichsten Wirkungen sein mussten, wie aus dem allgemeinen Zustande der blühenden Rebengelände und dem diesbezüglichen ausdrücklichen Zugeständnisse zahlreicher maassgebender Interessenten mit Sicherheit entnommen werden konnte.

Was den zweiten Theil der Regulierungsaufgabe, nämlich den Schutz des Thales gegen Ueberschwemmungen durch die zerstörenden Hochwässer anbelangt, so ist dieser jetzt weitaus besser erreicht, als dies vor der Regulierung im Jahre 1880 der Fall war.

Aus dem Längenprofile ist nämlich zu entnehmen, dass im Jahre 1880 schon Hochwässer von 3 bis 4 *m* Höhe exundierten, während gegenwärtig noch solche von durchschnittlich 6 *m* über dem Niederwasser schadlos abgeführt werden können.

Obwohl jedoch ein so ausgiebiger Schutz in der weitaus grössten Anzahl der Elementarfälle genügen dürfte, so haben doch die Erfahrungen des letzten Decenniums gelehrt, dass noch ein weiter gehender Schutz, bezw. ein Schutz gegen noch etwas grössere Hochwässer nöthig ist, um das Etsch-Thal auch den höchsten Hochwässern gegenüber vollkommen sicher zu stellen.

Gerade diesen, wenn auch selten vorkommenden Elementarkatastrophen gegenüber ist aber eine Sicherung umso unerlässlicher, als dieselben, alles zerstörend, die Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit des Bodens auf viele Jahre hinaus vernichten.

Wenn nun die Frage gestellt wird, weshalb beim Regulierungsprojecte, welches dem Gesetze vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, zu Grunde liegt, nicht schon höhere Wasserstände vorgesehen wurden, so ist diese Frage leicht und in einer jede Missdeutung und jeden Zweifel ausschliessenden Weise zu beantworten.

Dem Projecte vom Jahre 1886 liegen eben jene Wasserstände zu Grunde, welche bis dahin als die seit Decennien höchsten bekannt waren, nämlich diejenigen der Jahre 1868, 1882 und 1885.

Infolge allgemeiner kosmischen Ursachen, welche auf der ganzen Erde eine ungeahnte Zunahme der Niederschläge verursacht haben, welche seitens der ersten Koryphäen der Meteorologie erst in den letzten Tagen sichergestellt wurde, zeigten sich allerwärts in den letzten Jahren Wasserstände, wie sie in früheren Decennien nie vorgekommen sind. Insbesondere trat im Jahre 1890 in der II. Etsch-Regulierungs-Section ein Wasserstand ein, der alle früheren überragte, und die Hochwässer, daher auch die Ueberschwemmungen, häuften sich dermaassen, dass maximale Niederschläge und Wasserstände, wie sie in früheren Zeiten einmal in 20 Jahren vorkamen, im letzten Decennium nicht weniger als fünfmal eingetroffen sind.

Unter solchen nicht vorausgesehenen und nicht voraussehbaren Verhältnissen erscheint es zum letzten Ausbau der Etsch-Regulierung unerlässlich, auch noch für die schadlose Abfuhr des unerwartet hinzugekommenen Wasserquantums Sorge zu tragen, um das leitende Princip der Regulierung, nämlich den Schutz des Thales vor Ueberschwemmungen, consequent zur Durchführung zu bringen, und den Segen der bisherigen Regulierung zu sichern und zu erweitern.

Dass dies nur durch eine entsprechende Vergrösserung der Durchflussprofile, sie es durch Erhöhung, sei es durch Auseinanderrücken der Dämme geschehen kann, ist selbst-

verständlich. In diesem Sinne ist auch die Aufgabe aufgefasst worden.

Für die oberste Strecke dieser an die Section I/a unmittelbar anschliessenden Flusstrecke, d. i. für den Auerer Durchstich bei *km* 0·0 bis *km* 2·0, kommt genau dasselbe Hochwasserquantum in Betracht zu ziehen, als wie in der Section I/a, nämlich jenes vom 12. Juli 1890, welches in der genannten Section mit 1440 m^3 per Secunde berechnet wurde, weil bis an das Durchstichsende keine weiteren Zuflüsse mehr vorhanden sind.

Erst unterhalb des Auerer Durchstiches kommen weitere Confluenten zu berücksichtigen und zwar bis zur Neumarkter Etsch-Brücke drei, d. i. der Branzoller Abzugsgraben, der Auerer-Bach und der Viller-Bach, welche bei Hochwasser eine Wassermenge von rund 40 m^3 abführen, so dass also in den Flusstrecken vom Durchstichsende bis zur Neumarkter Etsch-Brücke 1440 m^3 + 40 m^3 = 1480 m^3 per Secunde in Rechnung zu ziehen kommen.

Bei der Neumarkter Brücke bei *km* 4·7 bis zur Porzengraben-Mündung *km* 17·8 kann dasselbe Quantum beibehalten werden, nachdem in dieser Strecke nur einige kleine Abzugsgräben einmünden, die ausser Betracht gelassen werden können.

Von der Porzengraben-Mündung bis zur St. Micheler Eisenbahnbrücke *km* 23·5 kommen noch weiters hinzu: der Porzengraben, der Cadino-Bach, der Faëdo-Bach und zwei kleine Abzugsgräben, welche alle zusammen rund 20 m^3 führen, so dass in dieser Flusstrecke der II. Section ein Hochwasserquantum von 1480 + 20 = 1500 m^3 per Sec. in Betracht zu ziehen kommt.

In der Section I/a gibt das ermittelte und im Längenprofil Tafel 50 eingezeichnete 1890er Hochwasser ein ziemlich richtiges Bild für die Bestimmung der neuen Dammkronenhöhe, weil, wie bereits betont wurde, der Branzoller Etsch-Ausbruch im Jahre 1890 erst erfolgte, nachdem die Etsch-Hochwässer bereits den höchsten Stand nahezu erreicht hatten.

In der Section II gibt aber die im Längenprofile eingezeichnete 1890er Hochwasserlinie keine Basis für die neuen Profils- bezw. Dammanlagen, denn durch den Branzoller Etsch-Ausbruch, wodurch etwa 350 m^3 Wasser per Secunde seitlich ausbrachen und verzögert zum Abflusse kamen, durch die ausgedehnten, nicht abgeschlossenen alten Etsch-Bette, durch die Ausbrüche der Etsch unterhalb des Mitterlinger und im Kurtiniger Durchstiche, sowie durch das Austreten der Hochwässer an den offenen Dammstellen bei der Mündung des Neumarkter Grabens, beim Noce-Bett in Grumo und an der Kalterer Grabenmündung wurde die vorerwähnte eingezeichnete Hochwasserlinie wiederholt und in mannigfaltigster Weise derart beeinflusst, dass sie unbedingt einen viel zu tiefen Wasserstand gegenüber jenem bietet, welcher unter Annahme eines vollkommen geschlossenen Gerinnes ohne jeglichen seitlichen Ausbruch ermittelt und im Längenprofile der II. Section (Tafel 51) eingezeichnet erscheint.

Eine weitgehende Verbreiterung des Profiles wurde möglichst vermieden, indem es nach den bei der Etsch gemachten reichhaltigen Erfahrungen feststeht, dass nur durch entsprechende Concentrierung der Hochwassermassen eine selbstthätige Abspülung des Geschiebes durch die natürliche Arbeit des Stromes, also der Hauptzweck einer rationellen Regulierung eines geschiebeführenden Flusses überhaupt erreicht werden kann.

Diese Concentrierung ist aber bei zu grosser Profilbreite illusorisch und die bisherigen Erfahrungen an der Etsch zeigen deutlich, dass Dammbrüche fast ausschliesslich nicht an den zu engen, sondern gerade umgekehrt an den überbreiten Stellen stattgefunden haben, an denen das Geschiebe liegen blieb und der hiedurch gehobene Wasserspiegel die Dammkrone überströmte, was selbstverständlich den Bruch des auf Ueberströmung nicht construierten Dammes zur Folge haben musste.

Ebenso lehrt die Erfahrung, dass die Etsch breite Vorländer leicht verlandet und aufhöht.

Die projectierte Erhöhung der Dämme wird eine weitere Eintiefung der Flussohle zur Folge haben.

Dass diese Erhöhung unerlässlich ist, zeigte sich gelegentlich der commissionellen Begehung in unzweideutigster Weise, indem schon das Hochwasser des Jahres 1890 an vielen Stellen fast vollbordig floss.

Wird nun die entlastende Wirkung der seitlichen Ausbrüche in Erwägung gezogen, so ist es klar, dass die gegenwärtige Höhe der Dammkrone für den Regulierungszweck nicht genügt.

Mit Rücksicht auf die Wirkungen der Geschiebeführung während der Hochwässer und die voraussichtlich in Hinkunft noch grösseren Hochwasserstände erscheint eine Höhenlage der Dammkrone von 1·5 *m* über dem berechneten Hochwasserstande vom Jahre 1890 erforderlich.

Ebenso zeigten die Erhebungen, sowie die commissionelle Begehung, dass die Kronenbreite und Stärke der mit unzulänglichen Mitteln hergestellten Dämme für den jetzt zu erwartenden Wasserdruck der höheren Wasserstände nicht genügen können, das Thal vor Ueberschwemmungen zu sichern.

Weiters wurde in früheren Jahren aus ökonomischen Rücksichten an bestehende alte Uferwerke angeschlossen, wodurch sich stellenweise ungünstige Traçen herausbildeten, die unter den heutigen Verhältnissen nicht mehr belassen werden sollten.

Hauptsächlich in diesen aus Ersparungsrücksichten und falsch verstandener Oekonomie zu gering angelegten Dimensionen und nicht in der zuweilen behaupteten Unzweckmässigkeit des Regulierungssystemes, oder gar in der Unmöglichkeit feste Dämme herzustellen, liegt die Ursache der ungenügenden Stabilität der letzteren.

Dieselben Erfahrungen haben im benachbarten Italien zu einer allgemeinen Erhöhung und Verstärkung der Dämme und zum Ausgleich fehlerhafter Traçenrichtungen geführt und dies mit dem anerkannt günstigsten Erfolge.

In derselben Weise wäre auch im österreichischen Etsch-Thale durch die besprochene Ergänzung der Regulierung die vollständigste Sicherung desselben vor Ueberschwemmungen nicht nur möglich, sondern mit Sicherheit zu erwarten.

126. Capitel.

Ermittlung der Hochwasser-Nivellette und Berechnung der Durchflussprofile.

Zur Ermittlung der Hochwasser-Nivellette in den einzelnen Profilen der II. Section bei Zugrundelegung einer abzuführenden secundlichen Wassermenge von 1440 bis 1500 m^3 (am Ende der Section) wurde im allgemeinen derselbe Vorgang beobachtet, wie in den zwei oberen Sectionen.

Es wurde demnach untersucht:

1. welches Wasserquantum beim höchsten Stande des Hochwassers vom 13. Juli 1890 in den charakteristischen Profilen wirklich zum Abfluss gelangte;

2. wie hoch sich das Hochwasserniveau bei obiger Wassermenge in den gleichen Profilen ohne Erweiterung derselben stellen würde und

3. wurde dieselbe Berechnung für das erweiterte Profil durchgeführt.

Die hierbei ermittelte Hochwasserlinie wurde sodann als Basis für die Bestimmung der neuen Dammkrone genommen,

weil eine weitere Hebung des Hochwasserspiegels aus Anlass der Geschiebsbewegung in dieser Section wohl unberücksichtigt bleiben kann, da diese Strecke wenig oder gar nicht von Wildbächen beeinflusst wird.

Ueber die so ermittelte Hochwasserlinie, welche im Längenprofile, Tafel 51, eingezeichnet ist, kommt die neue Dammkrone um 1·5 *m* höher anzulegen.

Dieselbe ist im Längenprofile eingetragen.

4. Die Berechnungen ergeben, dass die erweiterten und dermaassen erhöhten Profile bei bordvollem Etsch-Gange ein Wasserquantum von rund 2100 m^3 in der Secunde abzuführen vermögen.

Bei Aufstellung des Kunstprofiles wurde im grossen und ganzen die Form des Masetto-Durchstichprofils gewählt unter Beibehaltung der Breite des Profils von Dammkrone zu Dammkrone, welche der Laager-Durchstich nach Vollendung der gegenwärtig in Ausführung begriffenen Rückversetzung des rechtsseitigen Hochwasserdammes und nach Einlegung der 3·0 *m* breiten Vorlandsstufe am linken Ufer mit den zu erhöhenden Hochwasserdämmen erhalten wird und die 96·0 *m* beträgt.

Um nun in der obersten Strecke dieser Section, d. i. im Auerer Durchstich, diese Breite zu erhalten, kann die Erweiterung des Profils nur durch Rückversetzung des rechtsseitigen Hochwasserdammes bewerkstelligt werden, weil einer Erweiterung nach links der neue Branzoller Abzugsgraben im Wege steht.

Am oberen und unteren Ende dieses Durchstiches sollen die Abbettabschlüsse zur Durchführung kommen.

Vom Ende des Auerer Durchstiches bis *km* 3·5 können die beiderseitigen Dämme in ihrer horizontalen Lage unverändert bleiben, von *km* 3·5 aber am rechten Ufer, wo der gegenwärtige Damm in weitem Bogen vom Flussgerinne abweicht, wodurch in seiner grössten Ausdehnung ein Vorland von 300 *m* Breite entsteht und erst bei *km* 4·75, d. i. bei der Neumarkter Brücke dem Flusslaufe sich wieder nähert, wird die Dammverlegung näher und parallel zur Flussrinne beantragt.

Der linksseitige Damm von *km* 3·5 bis zur Neumarkter Brücke kann in seiner gegenwärtigen Lage belassen werden, nur soll die Dammausbuchtung unmittelbar ober der Brücke durch die Anschüttung des zur Erhöhung und Verstärkung nothwendigen Materiales nach einwärts gemildert werden.

Unterhalb der Neumarkter Brücke am rechten Ufer, wo der Damm abermals den Flusslauf verlässt und bis zu 200 *m* weit vom Leitwerk absteht, wurde ebenfalls ein neuer Hochwasserdamm mit besserem Anschluss an den Mitterling-Durchstich zur Ausführung beantragt.

Im Mitterlinger und Florianer Durchstiche sollen die Erweiterungen gleichmässig durchgeführt und die gegenwärtigen Oeffnungen bei den Altbetten zum Abschluss gebracht werden.

Die Engstelle bei *km* 9·2 bis 9·4 sollte durch Rückversetzung des rechtsseitigen Dammes erweitert, hingegen die Dammausbuchtung unterhalb mit der Erhöhung und Verstärkung des Dammes nach einwärts etwas ausgeglichen werden.

Die einseitige Erweiterung des Laager Durchstiches ist bereits in Ausführung und übereinstimmend mit dieser soll auch die Erweiterung des Kurtiniger Durchstiches erfolgen unter Einlage einer 3·0 *m* breiten Vorlandsstufe am linken Ufer der beiden Durchstiche.

Die Unregelmässigkeiten der gegenwärtigen Dammanlage in den Zwischenstrecken sollen möglichst ausgeglichen werden und die Ueberführung der engeren Profile in die weiteren und umgekehrt möglichst allmählich geschehen.

Von *km* 12·0—13·0 am rechten Ufer wird die flusseitige Verlegung des Hochwasserdammes beantragt.

Im Salurner Durchstich soll die Erweiterung des Profils nach beiden Seiten gleichmässig erfolgen.

Vom Salurner Durchstich abwärts bis zur Kreisgrenze kann die gegenwärtige Dammführung mit Ausgleichung einiger kleineren Unregelmässigkeiten beibehalten werden.

Im Kreisgrenze-Durchstiche, wo das Vorland bereits bis zur Dammkrone aufgeschlemmt und verschlickt ist, soll das Hochwasserprofil durch die Hereinsetzung des linksseitigen Hochwasserdammes auf die normale Breite von 96·0 *m* geregelt werden.

Vom Ende des Kreisgrenze-Durchstiches bis zur Masetto-Brücke werden keine nennenswerten Aenderungen in der Dammführung nothwendig fallen.

In dem besprochenen Ergänzungsprojecte ist nun auch die Erweiterung des Masetto-Durchstiches beantragt.

Obwohl diese Erweiterung des Profils bei einem Hochwasserstande von 1·5 *m* unter der Dammkrone sozusagen keine Vergrösserung des Durchflussvermögens bewirkt, so wurde doch der Gleichmässigkeit des Profils halber auch hier die Erweiterung beantragt.

Vom Ende des Masetto-Durchstiches bis zur Micheler Eisenbahnbrücke kann die gegenwärtige Dammrichtung und Lage beibehalten bleiben.

Wie in den oberen Sectionen so wurde auch hier beantragt, die Hochwasserdämme mit einer Kronenbreite von 4·0 *m* anzulegen und zu ihrer Verstärkung gegen erhöhten Wasserdruck und Durchsickerungen dieselben mit starken Rückenbermen zu versehen.

Nachdem das Materiale, das zur Herstellung der Hochwasserdämme in dieser Section verwendet werden muss, nicht überall das Beste und der Untergrund, auf welchem die Dämme aufzusetzen kommen, meist sumpfiger, weicher, mit Grundquellen durchzogener Boden ist, so dass bei einem Hochgang der Etsch starke Sickerungen und dabei ein Ausweichen der Dammfüsse zu besorgen steht, so wurde in dieser Section beantragt, die Rückenbermen in einer Stärke von 3·0 *m* auszuführen und überall dort, wo dieselben nicht gleichzeitig als Fahrweg zu dienen haben, mit schrägerem Planum anzulegen, wobei die äussere Bermenkrone nicht mehr als 3·0 *m* unter der Dammkrone zu liegen kommen soll.

Weiters wurde beantragt, sowohl die Vorländer als auch die wasserseitigen Dammböschungen mit einem 0·25—0·3 *m* starken Bruchsteinpflaster zu versehen.

Wenn auch die Abpflasterung der Vorländer gerade nicht unbedingt nothwendig erscheint, so wird unzweifelhaft durch dieselbe der rascheren Verlandung und Verschlickung entgegengewirkt und ist die stete Freihaltung des Durchflussprofils besser und mit geringeren Kosten zu bewerkstelligen.

Die Abpflasterung der wasserseitigen Dammböschungen, was auch ein oft ausgesprochener Wunsch der Bevölkerung ist, hat aber einen noch grösseren Wert, weil hiedurch das Aufreissen und Auskolken der Dammböschungen durch den Wellenschlag beim Hochgang der Etsch, wie dies allenthalben vorgekommen ist, verhindert wird und damit auch bedeutende Kosten für Schutz- und Wehrarbeiten, für Ausbesserung und Erhaltung erspart bleiben.

Infolge der Erweiterung des Profils und Erhöhung der Hochwasserdämme wird es auch nothwendig die bestehenden Brücken zu heben und zu verlängern, sowie die gegenwärtigen Schleussen und Durchlässe umzugestalten.

Bei Aufstellung der Kosten für die Grundeinlösung wurde auch auf die Erwerbung der alten Hochwasserdämme und Vorländer, welche noch nicht Eigenthum des Etsch-Regulierungsfondes sind, Rücksicht genommen.

Schliesslich wird noch bemerkt, dass auch einige Bauten an den Abzugsgräben, welche schon im Bauprogramm der Revisions-Commission vom Jahre 1886 standen, jedoch wieder gestrichen und die hiefür ausgeworfenen Beträge zur Deckung anderweitiger Erfordernisse bestimmt wurden, in diesem Operate wieder Aufnahme gefunden haben.

In Tafel 45 sind einige charakteristische Querprofile der erörterten Projectsergänzungen dargestellt.

XXIII. Abschnitt.

Die Revision des Etsch-Regulierungs-Projectes in der III. Section.

127. Capitel.

Allgemeine Bemerkungen über den bisherigen Erfolg der Etsch-Regulierung in der III. Section.

Auch in dieser Section wird der Schutz vor jeder Ueberschwemmung als die Grundbedingung des wirtschaftlichen Gedeihens der hohen Wein-, Obst-, Getreide- und Tabakcultur dieses Thales angesehen.

Eine Ausnahme hievon bildet lediglich die Flusstrecke unterhalb der Brücke von Villa am untersten Ende der Section, wo die Etsch, von hohen Ufern eingeschlossen, nur einen sehr schmalen Streifen Landes längs der Ufer bei ausserordentlichen Hochwässern überschwemmt, denn hier besitzt das Thal der Quere nach ein so grosses Gefälle gegen den Fluss zu, dass die Ueberschwemmungswässer ohne zu stagnieren in kürzester Zeit in das Flussbett zurückströmen, ohne die Reben und andere Pflanzungen empfindlich zu schädigen. Dies ist jedoch aus diesem speciellen Grunde nur in einem verschwindend kleinen Theil der III. Etsch-Regulierungs-Section der Fall.

Auch in dieser Section wurde dem Wunsche der Interessenten gemäss die Frage erörtert, inwieferne den früher erwähnten zwei Hauptaufgaben der Regulierung, nämlich der Normalisierung und dem Schutze vor Ueberschwemmungen, entsprochen worden sei.

Was den ersten Theil der Aufgabe anbelangt, so hat die Localbegehung erwiesen, dass das Nieder- und Mittelwasser in mustergiltiger Weise concentriert erscheint, so dass in allen Strecken, in denen die Arbeiten beendet waren, trotz des äusserst niedrigen Wasserstandes die Wasserfläche sich spiegelartig darstellte, ohne irgend welche Sand- und Schotterbänke aufzuweisen.

Wo das Auge ausnahmsweise einen stärkeren Wellenschlag zu unterscheiden vermochte, war derselbe stets durch locale Ursachen leicht aufgeklärt.

Den schönsten Erwartungen entsprechend, zeigte sich auch die Eintiefung des Flussbettes und der Niederwasserstände in allen Strecken, wo die Concentrierungsarbeiten bereits beendet sind, wie aus dem Längenprofile zweifellos hervorgeht.

Diese Eintiefung ist selbstverständlich im I. und II. Baulose, woselbst die Regulierungsarbeiten theils noch gar nicht begonnen, theils erst seit kürzester Zeit im Zuge sind, sowie auch in dem in Ausführung begriffenen Wolkenstein-Durchstiche, dessen Ausbildung erst noch zu gewärtigen steht, noch nicht eingetreten, beginnt jedoch schon bei *km* 17 und erstreckt sich continuierlich bis *km* 36 bei Villa, von welcher Stelle abwärts noch keine Regulierungsarbeiten ausgeführt sind und das unregulierte Etsch-Bett grosse Ueberbreiten und sonstige Unregelmässigkeiten aufweist.

Zur Beurtheilung der Niederwasserstände vor und nach der Regulierung dienen die im Längenprofile eingezeichneten Niederwasserstände vom Jahre 1884 einerseits und vom Jahre 1891 anderseits. Aus dem Zusammenhalte dieser beiden Linien ergibt sich eine Eintiefung beim Pegel von Ravina von 0·80 *m*, beim Pegel von Virginia (unter Trient) von 0·65 *m*, bei Matarello von 0·80 *m*, beim Pegel von Acquaviva von 1·75 *m*, beim Rio secco von 1·00 *m*, daher im Maximum von 175 *cm* (!).

Diese Eintiefung war gelegentlich der commissionellen Bereisung des Etsch-Flusses schon für das freie Auge allerorts sichtbar, indem beispielsweise die hölzernen Joche der Brücken von Matarello und Calliano, welche seinerzeit mit Verbürstungen bis unter das Niederwasser versehen worden waren, auf eine Höhe von 1 *m* die Jochpiloten ober dem Wasserspiegel unbedeckt aufwiesen. Ebenso zeigten sich allerwärts Reste alter Bauten, die seit Jahrzehnten nicht sichtbar waren, nunmehr dem freien Auge erkenntlich.

Diese Eintiefung der Flussohle kann als sicheres Kriterium einer gelungenen Flussregulierung angesehen werden, wodurch auch die Tieferlegung des Grundwasserstandes und hiemit auch eine Verbesserung der wirtschaftlichen Verhältnisse des Thales zweifellos hervorgerufen wurde.

Was den zweiten Theil der Regulierungsaufgabe, nämlich den Schutz des Thales gegen Ueberschwemmungen durch die zerstörenden Hochwässer, anbelangt, so ist dieser jetzt weitaus besser erreicht, als dies vor der Regulierung im Jahre 1880 der Fall war.

Aus dem Längenprofile ist nämlich zu entnehmen, dass im Jahre 1880 schon Hochwässer von 2 bis 3·5 *m* Höhe exundierten, während gegenwärtig schon solche von durchschnittlich 6 *m* über dem Niederwasser schadlos, das heisst ohne zu exundieren, abgeführt werden können.

Obwohl nun ein so ausgiebiger Schutz in der weitaus grössten Anzahl der Elementarfälle genügen dürfte, so haben doch die Erfahrungen des letzten Decenniums gelehrt, dass noch ein weiter gehender Schutz, bezw. ein Schutz gegen noch grössere Hochwässer unerlässlich ist, um das Etsch-Thal auch den höchsten Hochwässern gegenüber vollkommen zu sichern.

Wenn nun, wie dies auch früher bei den anderen Sectionen geschehen ist, die Frage gestellt wird, warum beim Regulierungsprojecte, welchem dem Gesetze vom 11. September 1886, Nr. 41 L.-G.-Bl., zu Grunde liegt, nicht schon höhere Wasserstände vorgesehen wurden, so ist die Frage dahin zu beantworten, dass erstens schon die Revisions-Commission vom Jahre 1886 eine Erweiterung der Durchflussprofile für nöthig erklärte, welche wegen Mangel der gesetzlichen Bedeckung nur zum geringen Theile durchgeführt werden konnte, dass aber zweitens seither Erfahrungen über die Niederschlags- und Abflussverhältnisse der Etsch gemacht worden sind, welche bis dahin nicht vorhanden waren.

Insbesondere wurden in früheren Jahren die Wassermengen unterschätzt, welche die Wildbäche Avisio und Noce zur Zeit der grössten Hochwässer der Etsch zuführen, welche Wasser-

massen für die Etsch in der Strecke von unterhalb der Avisio-Mündung abwärts von Ausschlag gebender Bedeutung sind.

Ueberdies wurde im Jahre 1886 auch die Wassermenge, welche aus der II. Section durch die Eisenbahnbrücke von St. Michele der III. Section zufliesst, nach dem damals bekannten grössten Hochwasser vom Jahre 1882 nur mit 1400 m^3 per Secunde angenommen, während nach dem seither eingetretenen weit grösseren Hochwasser des Jahres 1890 sich am Ende der II. Section eine Durchflussmenge von 1500 m^3 per Sec., daher um 100 m^3 mehr als im Jahre 1882 ergab.

Diese grössere Consumtion in der II. Section wurde schon oben dadurch erklärt, dass infolge allgemeiner kosmischer Ursachen, welche auf der ganzen Erde eine ungeahnte Zunahme der Niederschläge verursacht haben, sich allerwärts in den letzten Jahren Wasserstände zeigten, wie sie in früheren Decennien nicht vorgekommen sind.

Unter solchen Umständen kann selbstverständlich von einer Unzweckmässigkeit der Bauten oder einem Verschulden der damals projectierenden Ingenieure billigerweise nicht die Rede sein.

Es kann sich heute nur darum handeln, auf Grund des als zweifellos richtig anerkannten und den culturellen Verhältnissen des Etsch-Thales vortrefflich angepassten Regulierungssystemes durch entsprechende Erweiterung der Durchflussprofile auch noch jenem Mehr an Wasser freien Ablauf zu beschaffen, welches die kosmischen Verhältnisse des letzten Decenniums zum Niederschlage gebracht haben und auch in der Zukunft voraussichtlich bringen werden.

In welcher Weise dies geschehen kann, wird weiter näher erörtert werden.

128. Capitel.

Vorbericht über die Erhebungen zur Projects-Ueberprüfung der III. Section.

Zur Feststellung der Normalprofile für das genannte Project nahm die Revisions-Commission vom Jahre 1886 das denkwürdige Hochwasser vom Jahre 1882 an.

In der That ergeben die Nachforschungen nach dem grössten stattgehabten Hochwasser, dass keines, weder eines der 97 vom Jahre 1500—1883[1] noch eines der nachher registrierten Hochwässer jenes vom Jahre 1882 an Wassermenge übertraf.

Von den Hochwässern, die vor dem sechzehnten Jahrhundert eingetreten sind, weiss man wenig oder gar nichts und die wenigen uns von manchen Historikern[2] überlieferten Andeutungen beweisen nur dass Hochwässer und Ueberschwemmungen der Etsch, wie von allen mehr oder weniger regulierten Flüssen jederzeit vorgekommen sind und geben hinsichtlich ihrer Ausdehnung keinen Aufschluss.

Vom Hochwasser des Jahres 1757, welches an traurigen Folgen jenem des Jahres 1882 gleichkam, kann man nicht mit Sicherheit behaupten, ob es diesem auch an Wassermenge gleich oder gar überlegen war, denn während der Trienter Pegel damals 0·08 m mehr zeigte, zeigte jener zu Sacco um 0·15 m weniger als im Jahre 1882.

Hier muss bemerkt werden, dass die Etsch bei Sacco in einem von basaltischen Felsen gebildeten, daher als stabil zu betrachtenden Bette fliesst, welches unüberströmbare Ufer hat, so dass also die Wassermenge was immer für eines Hochwassers dieses Profil vereint passieren muss.

Wegen dieser speciellen Verhältnisse hat die Etsch-Bauleitung daselbst am rechten Brückenwiderlager einen Pegel einmeisseln lassen, dessen mittägliche Ablesungen seit dem Jahre 1883 täglich registriert werden. Auf denselben wurden auch die auf alten Mauern der umstehenden Häuser markierten Höhen grosser Hochwässer vom Jahre 1707 an übertragen.

Das letzte Hochwasser, d. i. jenes des 13. Juli 1890, ist jenes, welches mit dem von 1882 verglichen, das sicherste Kriterium abgeben kann, ob die von der Revisions-Commission festgestellten Normalprofile dem Bedürfnisse entsprechen oder nicht, weil bei Eintreten desselben eine Flusstrecke von 23 *km* Länge zwischen Avisio und Chiusole bereits reguliert war und thatsächlich das ganze Wasser ohne seitlichen Verlust fasste.

Nach diesem jüngst vergangenen Hochwasser wurden längs des ganzen Flusslaufes neue Querprofile aufgenommen, aus welchen in Verbindung mit dem alten Längenprofile klar hervorgehen:

1. Das neue und wirkliche Gefälle des Flusses;

2. die Aenderungen im Flussbette und der daraus zu folgernde Ausgleich der Sohle;

3. die grössten Hochwässer und niedrigsten Winterwässer von 1882 an.

Diese letzteren sind den Aufnahmen, die alljährlich über das niedrigste Winterwasser und grosse Hochwässer gemacht werden, sowie den täglichen Beobachtungen von 16, an den wichtigsten Stellen des Flusslaufes vertheilten Pegeln entnommen.

Beim Pegel von Sacco war die Pegeldifferenz zwischen dem Hochwasser vom Juli 1890 und jenem vom Jahre 1882 2·2 m, während dieselbe bei Calliano 1·70 m betrug.

Die grössere Differenz, welche die Pegelablesungen der beiden Hochwässer von 1882 und 1890 bei Sacco im Vergleiche mit jenen von Calliano zeigen, rührt von der starken Stauwirkung des Leno-Hochwassers im Jahre 1882 her, welches den Separationsdamm überstieg, während im Jahre 1890 dasselbe unterhalb des genannten Dammes einmündete und deshalb die Wirkung des Staues nicht bis zum Pegel von Sacco gelangte.

Das Profil beim Pegel von Calliano hat mit jenem von Sacco die Unveränderlichkeit des Bettes und die Unüberströmbarkeit der Ufer gemein, ausserdem war der neue Durchstich von Calliano dem Hochwasser von 1882 schon geöffnet und sowohl dieses als auch jenes von 1890 flossen in beiden Flussbetten und waren die durch die Etsch-Regulierung oberhalb des Pegels von Calliano geschaffenen Verhältnisse für beide Hochwässer ziemlich die gleichen.

Bei der Brücke von St. Lorenzo betrug die Pegeldifferenz für die beiden erwähnten Hochwässer 1·94 m. Aber gerade in der Strecke zwischen Avisio und Fersina zeigte das Hochwasser vom Juli 1890, dass die projectierten Dämme verhältnismässig niedriger als jene der unteren Strecken seien.

Dies dürfte davon herrühren, dass dem theoretischen 1882er Hochwasser unter Voraussetzung einer grössern Wirkung der Demolierung der Brücke von St. Lorenzo und der Räumungsarbeiten im Virginia-Durchstiche als dies wirklich der Fall war, ein zu grosses Gefälle beigemessen wurde.

In der Strecke zwischen der St. Micheler Eisenbahnbrücke und den Mündungen des Noce und Avisio hielt sich das Hochwasser des Juli 1890 verhältnismässig niedrig, daselbst fliesst die Etsch noch in ihrem alten Bette ohne besondere Eindämmungen; wenn jedoch die projectierten Dämme schon bestanden hätten, würde das wirkliche Hochwasser sich 1·5 m

[1] Nazzani, Idraulica pratica, Vol. III, Milano 1889, pag. 145 und folgende: Von 1500 bis 1883 hatte die Etsch 97 Hochwässer mit Ueberschwemmungen, von diesen 30 im ersten, 32 im zweiten, 28 im dritten Jahrhundert und nur 7 in den letzten 83 Jahren.

[2] G. B. Biadego, Monografie tecniche, Parte IV. — L'Adige e le sue pisue, Verona 1885. — Paulus Diaconus, De Gest. Long III, 23, sagt von der Ueberschwemmung des Jahres 529, dass eine solche Wasserflut seit Noahs Zeiten nicht dagewesen sei.

unter der Dammkrone gehalten und selbst das theoretische Hochwasser dieses Jahres noch einen freien Raum von 40 *cm* gelassen haben.

Aus dem bis nun Gesagten geht hervor, dass das theoretische Wasserquantum des Hochwassers vom Jahre 1882, welches dem Projecte der Revisionscommission vom Jahre 1886 zugrunde gelegt worden war, geringer sein dürfte, als das effective in der Strecke zwischen dem Avisio und Chiusole u. zw. wahrscheinlich aus nachstehenden Gründen:

1. Dass die Wassermenge der Zuflüsse Avisio und Noce während des Hochwassers vom Jahre 1882 zu gering berechnet wurde;

2. dass in den Berechnungen Gefälle aufgenommen wurden, welche sich nach Durchführung der Arbeiten nicht als ganz zutreffend erwiesen;

3. gab man vielleicht dem für die Berechnung der Normalprofile angenommenen Rauhigkeitscoëfficienten einen zu geringen Wert (0·0250) für einen wildbachartigen Fluss wie die Etsch einer ist, in welchem die häufigen Krümmungen, die Unebenheiten des Flussbettes, die Geschiebeführung etc. einen enormen Verlust an lebendiger Kraft herbeiführen und den Lauf des Wassers verlangsamen.

Aus dem eben Erwähnten dürfte der Schluss gezogen werden können, dass in der Formel von Ganguillet & Kutter[1], welche von der Revisionscommission der Berechnung der Normalprofile zugrunde gelegt wurde und auch gegenwärtig bei Aufstellung der neuen Normalprofile auf Grund der beim Hochwasser vom Juli 1890 gemachten Erfahrungen diente, die Factoren Q = Wassermenge, J = Gefälle und n = Rauhigkeitscoëfficient zu modificieren wären.

129. Capitel.

Untersuchungen über die Wassermenge des Hochwassers vom Jahre 1882.

1. Während für die III. Section das Hochwasser des Jahres 1882 das grösste und unheilvollste war, wurde dasselbe in den obern Sectionen von jenem im Juli 1890 noch übertroffen.

Von Branzoll bis St. Michele mündet kein bedeutender Zufluss in die Etsch und dürfte die aus dieser Theilstrecke der Etsch zugeführte Wassermenge 60 m^3 nicht übersteigen, so dass die Etsch bei der Bahnbrücke von St. Michele in die III. Section mit einem Wasserquantum von 1500 m^3 eingetreten wäre, falls eine seitliche Entlastung durch Dammbrüche oberhalb der St. Micheler Brücke nicht stattgefunden hätte.

Thalabwärts der St. Micheler Brücke bis zum Pegel bei Nave münden in die Etsch die Abzugsgräben von Kaltern, Grumo und St. Michele mit einem Gesammtwasserquantum zur Zeit eines Hochwassers von 40 m^3, so dass unter den oberwähnten Verhältnissen die Wassermenge der Etsch daselbst 1540 betragen hätte.[2]

Die zum Zwecke der Berechnung der Wassermenge des letzten Hochwassers in Nave angestellten Messungen haben mit Berücksichtigung der zwei Dammbrüche bei Betta und in der Nähe von Grumo ergeben:

$$F = 479$$
$$R = 400$$
$$J = 0{\cdot}0007$$

man hat daher aus der Formel Gauguillet und Kutter, wenn n = 0·030 ist

$$V = 2{\cdot}27$$
$$Q = 1086$$

das ist 454 m^3 weniger als die obgenannte theoretische Wassermenge. Und diese 454 m^3 dürften die Gesammtmenge des durch Dammbrüche entzogenen Wassers bilden.

Da in der Strecke von der Avisio-Mündung bis zum Pegel von St. Lorenzo weder Dammbrüche noch Uferüberströmungen zu verzeichnen waren, langte das ganze Wasser der Etsch, des Noce und des Avisio vereint beim St. Lorenzo-Pegel an.

Aus den speciellen Berechnungen, welche für die letzteren beiden Wildbäche angestellt wurden, und von welchen weiter unten des Näheren die Rede sein wird, resultiert, dass die grösste Wassermenge während dieses Hochwassers

für den	Noce	501 m^3
„ „	Avisio	566 m^3
	zusammen	1067 m^3

waren, was zum Wasserquantum der Etsch im Verein der übrigen kleinen Zuflüsse links und rechts thalabwärts des Avisio und des Noce bis zur St. Lorenzo-Brücke addiert ein Maximalwasserquantum von rund 2160 m^3 ergibt.

Aus den Erhebungen die in einem Flussprofil 150 *m* oberhalb der St. Lorenzo-Brücke zum Zwecke der Berechnung des Wasserquantums des mehrgenannten Hochwassers gepflogen wurden, ergibt sich hingegen:

$$J = 0{\cdot}0012$$
$$n = 0{\cdot}0268$$
$$F = 437{\cdot}3$$
$$p = 75{\cdot}4$$
$$R = 5{\cdot}68$$
$$c = 49{\cdot}5$$
$$v = 4{\cdot}108$$
$$Q = 1796$$

welche im Vergleich des andern Hochwassers eine Differenz von 364 m^3 ergibt.

Diese Differenz beträgt ungefähr ein Drittel der grössten Wassermenge der beiden Wildbäche Avisio und Noce, mit andern Worten, diese beiden Wildbäche trugen zur Zeit des Höchststandes der Etsch im Juli 1890 ungefähr $^2/_3$ ihrer Wassermenge der Etsch zu, was einen erneuerten Beweis dafür liefert, dass während dieses wie bei allen übrigen Hochwässern der Etsch die Hochfluten des Avisio und des Noce die St. Lorenzo-Brücke bedeutend früher passierten als die Hochwasserwelle der Etsch selbst.[1]

2. Das im Jahre 1882 eingetretene Hochwasser wurde insbesondere durch das Anschwellen der Nebenbäche, welche in den Etsch-Fluss unterhalb der St. Micheler Eisenbahnbrücke einmünden, herbeigeführt; es erscheint daher von besonderer Wichtigkeit eine detaillierte Berücksichtigung derselben vorzunehmen, um zu erfahren, welchen Einfluss dieselben im Jahre 1882 auf die Etsch-Hochwässer ausgeübt haben und im Falle eines Hochwassers ausüben können.

Die zur Ermittlung der Wassermengen aufgestellten Berechnungen basieren:

[1] Neue Formel von Ganguillet und Kutter:

$$Q = F\,v$$

$$v = \left[\frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\right]\sqrt{R\,J}$$

[2] Für die Strecke zwischen der St. Micheler-Brücke und Nave wurden die Variationen sämmtlicher Factoren der Formel Ganguillet und Kutter bei wechselndem Wasserstande graphisch dargestellt, und ist daraus ersichtlich, dass das theoretische Hochwasser von 1540 m^3 nicht nur innerhalb der Uferdämme sich gehalten hätte, sondern noch eine freie Höhe von 0·40 *m* unterhalb der Dammkrone gelassen hätte.

[1] Während in dem Thalbecken der Etsch, der Eisack, der Rienz und des Noce die grösste Niederschlagsmenge am 12. Juli verzeichnet wurde, notierte man im Flussgebiete des Avisio die höchste am nächstfolgenden Tage, was erneuert das eben Gesagte bekräftigt.

a) auf ombrometrischen und b) auf hydrometrischen Beobachtungen.

Die meteorologischen Stationen, welche in unserem Falle in Betracht kommen und deren Beobachtungen für die betreffenden Berechnungen verwertet wurden, sind die von Pergine, Corredo, Pejo, Roveredo, Cavalese, Trient, St. Michele und Faëdo.

Die meteorologische Station in Malè konnte mit ihren Beobachtungen nicht in Betracht gezogen werden, weil ihre Daten zu sehr von den andern Stationen abweichen und auch nicht stichhaltig erschienen.

Die jährlichen Niederschlagsmengen sowie die daraus resultierenden Jahresmittel sind in folgender Tabelle gesammelt. Die durchschnittlichen Höhen der senkrechten Reihen stellen den durchschnittlichen Niederschlag sämmtlicher Thäler für jedes Jahr dar.

Jährliche Wassermenge in Millimetern.

Nr.	Station	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	Allgemeine Jahresmittel
1	Pergine . .	—	—	—	—	—	1078·4	1550·0	828·5	—	—	—	—	—	1032·4	1143·0
2	Corredo . .	—	—	1191·0	985·4	900·4	755·0	1234·0	758·1	691·9	875·4	—	—	—	—	923·9
3	Pejo	—	—	—	—	—	—	1369·9	772·5	683·7	1035·4	1188·4	1063·3	1422·3	1033·2	1071·0
4	Roveredo . .	—	—	—	—	—	—	1337·9	332·0	750·6	1315·9	1320·4	1241·1	1278·1	1072·1	1077·4
5	Cavalese . .	—	—	—	—	—	—	—	749·5	717·8	1000·6	870·5	181·7	1080·4	1096·8	899·5
6	Trient . . .	—	—	—	—	—	—	—	690·8	686·7	1167·7	1251·2	1396·1	1440·3	1145·8	1111·2
7	Faëdo . . .	491·1	1146·8	1353·3	1117·4	966·6	760·6	1288·8	805·3	697·5	1071·5	1248·6	969·5	1324·2	896·0	1003·4
8	St. Michele .	635·7	1125·9	1441·2	1088·4	948·3	830·5	1371·1	879·7	569·8	1103·0	1300·2	901·7	1334·1	1077·1	1079·0
	Einzelne Jahresmittel	563·4	1136·1	1397·2	1102·9	957·4	795·3	1321·4	727·0	685·4	1081·3	1196·6	1058·9	1313·4	1050·1	1038·0

Die durchschnittlichen Höhen der horizontalen Reihen bedeuten die jährlichen Niederschläge jeder einzelnen Station: erstere geben z. B. an, welches Jahr in der Zeit von 15 Jahren mehr oder weniger reich an Niederschlägen war, letztere das Thal, in welchem die grösste Wassermenge im Decennium gefallen ist.

Die für die Berechnung der Wassermengen der Nebenbäche auf Grund der meteorologischen Beobachtungen gebrauchten Formeln sind die von Iszkowsky: [1]

Wassermenge beim niedrigsten Wasserstande $Q_0 = 0{\cdot}2\, \nu\, Q\, m$;

Wassermenge beim gewöhnlichen Niederwasser $Q_1 = 0{\cdot}4\, \nu\, Q\, m$;

Wassermenge beim durchschnittlichen Mittelwasser $Q_2 = 0{\cdot}7\, \nu\, Q\, m$;

Wassermenge beim höchsten Wasserstande $Q_3 = c\; m\; h\; F$.

$Q_m = 0{\cdot}03171\; c\; h\; F$ ist die durchschnittliche jährliche Wassermenge, welche dem Wildbach zugeführt wird.

F das Flächenmaass des Niederschlagsgebietes oder des Wasserlaufes im allgemeinen.

h die jährliche durchschnittliche Niederschlagsmenge im betreffenden Niederschlagsgebiete.

C_m der jährliche durchschnittliche Abflusscoëfficient.

m ein mit F veränderlicher Coëfficient.

ν ein nach der Beschaffenheit und Durchlässigkeit des Bodens veränderlicher Coëfficient.

c_h der Abflusscoëfficient bei Hochwasser.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die meteorologischen Beobachtungen, wird nun zur Berücksichtigung der einzelnen Seitenbäche geschritten.

1. Der Noce entspringt den Gletschern des Val di Sole und sein Lauf ist von der Einmündung des Vermigliana-Baches bis zur Etsch ca. 58 *km* lang.

Sein Niederschlagsgebiet beträgt 1369 km^2. Er durchfliesst das Sulz- und Nons-Thal und setzt seinen Lauf im Etsch-Thale in einer Länge von 5000 *m* fort, bis er bei 8 *km* in die Etsch ausmündet.

In diesem letzten Theile ist das Gefälle dieses Wildbaches ein relativ geringes und entspricht der Natur des Wildbaches nicht, deshalb besteht das vom Wildbache in die Etsch gelangende Geschiebe auch bei ausserordentlichen Hochwässern nur aus Sand.

Der gefährliche Einfluss dieses Wildbaches auf die Etsch besteht nur in der grossen Wassermenge, welche er letzterer zuführt und welche mit genügender Genauigkeit bekannt folgende ist:

Im Jahre 1868 1020 m^3 (Semrad)

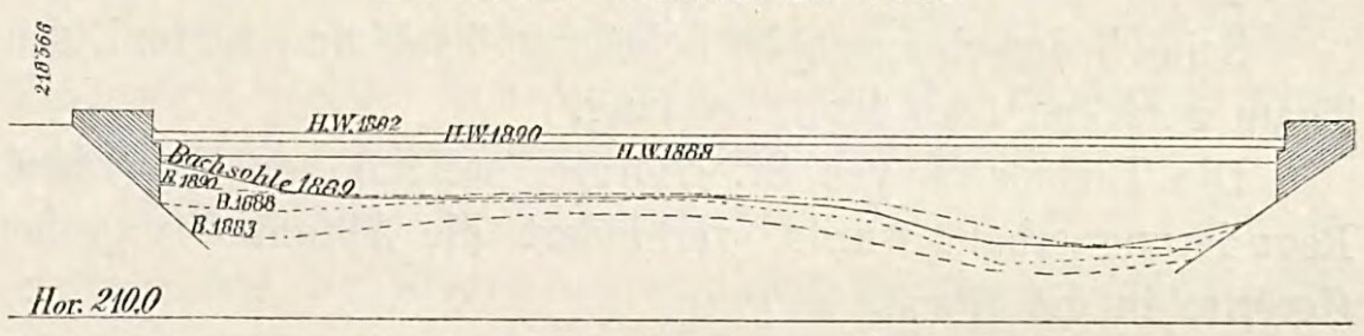
„ „ 1882 1030 m^3 }
„ „ 1888 436 m^3 } Bauleitung der III. Section
„ „ 1890 566 m^3 }

Soviel aus den meteorologischen Beobachtungen bekannt ist, war auch für diesen Wildbach das Hochwasser vom Jahre 1882 das höchste. Zusammenhängende hydrometrische Beobachtungen fehlen und wären auch mit Rücksicht auf die Etsch von Wichtigkeit und es wäre besonders eine Pegel-Beobachtungsstation unterhalb der Rochetta sehr wünschenswert.

Die Berechnung des Hochwassers vom Jahre 1882 aus dem Flussprofil bei der Brücke der Strasse von der Bahnstation St. Michele nach Mezzolombardo ergibt wie aus Fig. 75 ersichtlich ist, eine Wassermenge von 1030 m^3.

Fig. 75.

Brücke della Retta.



$$v = \left\{ \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \right\} \sqrt{RJ}$$

$$n = 0{\cdot}035$$
$$J = 0{\cdot}004$$

Hochwasser 1882.

$F = 135{\cdot}5$ $\quad v = 3{\cdot}23$

$p\,(u) = 60{\cdot}0$ $\quad Q = 436$

Hochwasser 1882.

$F = 244{\cdot}0$ $\quad v = 4{\cdot}471$

$p\,(u) = 63{\cdot}5$ $\quad Q = 1030$

$R = 384$

Hochwasser 1890.

$F = 160{\cdot}3$ $\quad v = 2{\cdot}58$

$u = 62{\cdot}2$ $\quad Q = 566{\cdot}5$

$R = 258.$

[1] Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1886.

Nach den ombrometrischen Daten ist das jährliche Mittel der Niederschläge im Noce-Gebiete in diesem Jahrzehnt 1076 *m*. Die Formel von Iszsowsky angewendet, wobei

$$F = 1369\ m^2 \text{ (Becker)}$$
$$h = 1{\cdot}076$$
$$c_m = 0{\cdot}65$$
$$m = 4{\cdot}32$$
$$\nu = 1{\cdot}00$$
$$c_h = 0{\cdot}180$$

ergibt sich:

$$Q_m = 30{\cdot}36\ m^3$$
$$Q_0 = 6{\cdot}07$$
$$Q_1 = 12{\cdot}14$$
$$Q_2 = 21{\cdot}25$$

Der Coëfficient c_h wurde in der betreffenden Tabelle der II. Kategorie entnommen. Da die Beschreibung derselben am besten auf die Configuration und Bodenbeschaffenheit des Noce-Flussgebietes passt und weil auch das gefundene Resultat mit der Berechnung aus dem Flussprofile und dem direct beobachteten Hochwasserstande in demselben nahe übereinstimmt, so kann derselbe mit grosser Wahrscheinlichkeit als richtig angesehen werden.

In der meteorologischen Station von Pejo wurde beobachtet, dass die zuerst gefallenen 40 *mm* des Regens vom Terrain aufgesogen werden, was auf die grosse Durchlässigkeit desselben hinweist und was neuerdings die Wahl des Coëfficienten rechtfertigt.

Die zwischen der Niederschlagshöhe im Flussgebiet und der abgeführten Hochwassermenge des Wildbaches gefundene Relation

$$W\,m\,x = 7{\cdot}4 + N\,m\,x - 60\ m^3$$

ist durchaus empirisch und kann, so sehr sie auch für Hochwasser gilt, deren Regenhöhen man kennt, bei andern Hochwässern ganz unzutreffend sein.

Es steht jedoch fest, dass eine Reihe systematischer Beobachtungen zur Aufstellung einer allgemeinen, für alle Fälle giltigen Formel führen kann.

Der Wildbach „Avisio“ entspringt aus dem See Fedaja und durchfliesst das Fassa-, Fleimser und Cembra-Thal, durchquert auf seinem grossen Schuttkegel das Etsch-Thal, und ergiesst sich nach einem Laufe von 44 *km* Länge von der Travignolo-Mündung angefangen in die Etsch.

Sein Niederschlagsgebiet beträgt 956 km^2 und der im Etsch-Thale gelegene Lauf ist 3 *km* lang.

Die Thalsperre von St. Giorgio, welche von der Etsch-Regulierung erbaut wurde, verhindert die Abfuhr des groben Gerölles in die Etsch.

Die genannte Thalsperre hält schon jetzt mehr als eine Million Cubikmeter Geschiebe zurück, hat also den Flussverhältnissen bereits bedeutend genützt.

Jüngst gepflogene Erhebungen von Längen- und Querprofilen im Thale oberhalb der Sperre haben ergeben, dass dreimal so viel Material durch die Sperre aufgehalten werden kann, bis das Gefälle wieder erreicht ist, damit grobes Geschiebe bis zur Thalsperre gelangen kann.

Daraus erhellt die Wichtigkeit des Bestandes dieser Thalsperre.

Das Hochwasser vom September 1882 ist auch hier als das grösste bekannt, was auch aus den meteorologischen Daten hervorgeht, welche als Maximalniederschlag am 17. September 78·6 *mm* verzeichnen.

Aus den Beobachtungen, welche der Ingenieur Hüni während seiner Anwesenheit beim Baue der Sperre gemacht hat, mögen hier nachstehende auf das Hochwasser dieses Wildbaches bezugnehmende Platz finden.

Das Bachprofil vor dem Hochwasser des Jahres 1882 hat bei Einzeichnung dieses Wasserstandes eine Fläche von 165 m^2.

Das Bachgefälle in unmittelbarer Nähe dieses Profiles war vor dem Hochwasser 0·014 *m* per Meter und es resultiert nach der neuen Formel von Gauguillet und Kutter für

$$J = 0{\cdot}014 \qquad R = 3 \qquad \sqrt{R} = 1{\cdot}7521$$
$$F = 1{\cdot}65 \qquad \frac{1}{n} = 28{\cdot}571$$
$$u = 55 \qquad \frac{0{\cdot}00155}{J} = 0{\cdot}111$$
$$n = 0{\cdot}35 \qquad \frac{n}{\sqrt{R}} = 0{\cdot}0202$$
$$c = 53{\cdot}3\,\sqrt{R\,J} = 35{\cdot}3 \times 2{\cdot}05 = 72\ m$$

also

$$Q_{1882} = 1188\ m^3.$$

Während des Verlaufes des Hochwassers hat sich das Bachbett vertieft und das Gefälle vermindert.

Nimmt man nun an, dass die Vergrösserung der Profilsfläche, welche 120 m^2 betrug, zur Abfuhr des durch das Wasser in Bewegung gesetzten Geschiebes diente und zieht nur das verminderte Gefälle in Rechnung, so ergibt sich nach der nämlichen Formel

$$J = 0{\cdot}009 \qquad \sqrt{R} = 1{\cdot}7321$$
$$F = 165$$
$$u = 55 \qquad \frac{0{\cdot}00155}{J} = 0{\cdot}1722$$
$$n = 0.035$$
$$R = 3$$
$$\frac{1}{n} = 28{\cdot}571 \qquad \frac{n}{\sqrt{R}} = 0{\cdot}0202$$
$$c = 35{\cdot}6\,\sqrt{R^3} = 5{\cdot}85$$

somit

$$Q_{1882} = 965\ m^3.$$

Es dürfte also mit annähernder Sicherheit angenommen werden, dass das im Jahre 1882 abgeführte Wasserquantum mindestens rund 1000 m^3 betragen habe.

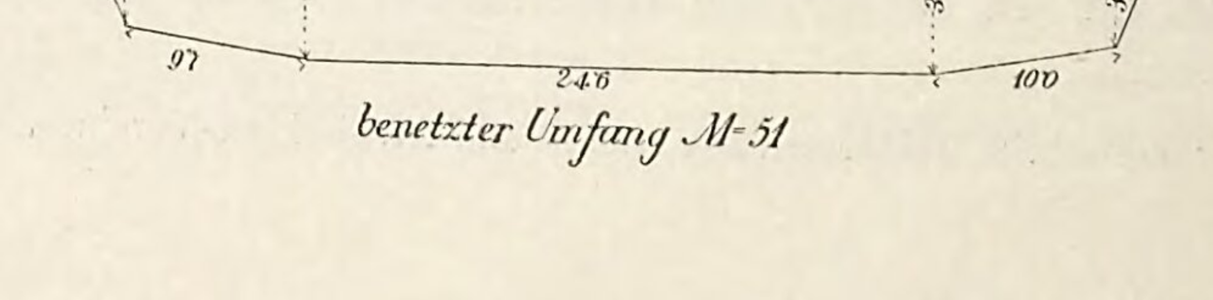
Im Jahre 1885 war unter der Lavisaner Strassenbrücke das bestehende Grundwehr bereits hergestellt, so dass das Bachprofil dortselbst durch dieses Grundwehr und die beiden Widerlager der Brücke fixiert ist und als stabil angenommen werden muss.

Zur Ablesung der Wasserstände ist beiderseits von der Etsch-Regulierung ein Pegel angebracht, der direct die Höhen über der Krone des Wassers angibt.

Im Herbste 1885 war nun der Wasserstand 3·9 *m* ober der Krone des Grundwehres und das Bachgefälle ist seitdem nach den gepflogenen Aufnahmen beim Grundwehr 0·007 *m* per Meter, so dass nach der neuen Formel von Ganguillet und Kutter folgendes Wasserquantum berechnet wird:

$$J = 0{\cdot}007$$
$$F = 170\ m^2$$
$$R = 3{\cdot}33$$
$$n = 0{\cdot}135$$
$$v = 32\,\sqrt{R\,J} = 5{\cdot}0\ m$$
$$\text{und } Q = 850\ m^3.$$

Fig. 76.



Im Jahre 1889 war der Wasserstand am Pegel 3·4 *m*, also um 0·5 *m* niedriger als im Jahre 1885; die Fläche war, somit nur um

$$46·7 \times 0·5 = 23·4\ m^2$$

geringer, was mit 5 *m* Geschwindigkeit einem Quantum von 117 m^3 entpricht.

Das 1889er Hochwasser betrug also annähernd

$$850 - 117 = 733\ m^3.$$

Im Sommer dieses Jahres erreichte der Wasserstand die Höhe von 3·2 *m* über dem Grundwehr, war also um 0·70 *m* niedriger als im Jahre 1885.

Analog obiger Berechnung resultiert:

$46·7 \times 0·7 = 32·7\ m^2$ à 5 *m* Geschwindigkeit $= 165·5\ m^3$, also ist das Wasserquantum

$$850 - 163 = 687\ m^3.$$

Wenn man nun diese verschiedenen Hochwasserquantitäten mit den täglichen Maximalniederschlägen in Cavalese vergleicht, so erhält man die Relation, dass die secundliche Wasserabfuhr des Avisio für jeden Millimeter des täglichen Maximalniederschlages ca. 12·700 m^3 beträgt.

Es ist nämlich:

1882	=	1000 m^3	bei 78·6 *mm*	Maximal-Niederschlag
1885	=	850 m^3	„ 67·3 *mm*	„
1889	=	733 m^3	„ 56·2 *mm*	„
1890	=	687 m^3	„ 55·5 *mm*	„

und die Wasserabfuhr des Avisio während des Hochwassers vom 13. Juli 1890 wird auf Grund dieser Formel und mit Zugrundelegung eines Niederschlages von 39·5 *mm* = 501 m^3 gewesen sein, wobei zu bemerken ist, dass diese Maximal-Niederschlagsmengen mit dem Zeitpunkte des Hochwassereintrittes coincidieren.

Wendet man hingegen die Formel von Iszkowsky $Q_3 = C_h\ m\ h\ F$ mit dem Coëfficienten $C_h = 0·24$ als Mittel zwischen der II. und III. Kategorie, entsprechend der Beschreibung der Bodenbeschaffenheit und Vegetationsverhältnisse des betrachteten Bachgebietes an, so erhalten wir ein Wasserquantum

$$Q = 0·24 \times 4·7 \times 0·913 \times 972·4 = 988\ m^3.$$

Es dürfte somit mit annähernder Sicherheit angenommen werden, dass das im September 1882 abgeführte Wasserquantum mit rund 1000 m^3 nicht zu hoch gegriffen sei.

3. Von der Avisio-Mündung abwärts wird das Hochwasser durch das Wasserquantum der eben genannten beiden Wildbäche Avisio und Noce vermehrt.

Diese würden nach dem Vorausgeschickten zusammen ein Wasserquantum von 2000 m^3 liefern.

Dieses Wasserquantum ist nicht willkürlich angenommen, sondern es wurde calculiert, dass wenn auch im schlimmsten Falle die Hochwässer alle zusammentreffen, doch das vorgeschriebene Uebermaass der Etsch-Dämme von 1·50 *m* genügt, um das Wasser anstandslos abzuführen.

In der Strecke zwischen dem Avisio und der Fersina wird die Wassermenge der Etsch am rechten Ufer durch die Zuflüsse Vela, Sardagua und Ravina und am linken Ufer durch den Abzugsgraben von Trient vermehrt, ihr Niederschlagsgebiet, jenes der Etsch inbegriffen, beträgt ca. 100 km^2 und ihre Wasserabfuhr bei Hochwasser ca. 20 m^3.

4. Die Fersina entspringt dem Nardemel-See, 1950 *m* über dem Meeresspiegel, im Mocheni-Thal und ergiesst sich nach einem Laufe von 28·9 *km* in die Etsch.

Im Etsch-Thal beträgt ihre Länge 4 *km* und hier hat sie ein ausgedehntes Ablagerungsgebiet, weshalb bei Hochwasser nur Sand und leichtes Material in die Etsch gelangt.

Ueberdies wird durch die Thalsperre von Cantanghel und Pont' alto das schwerere Geschiebe zurückgehalten.

Das Niederschlagsgebiet der Fersina hat einen Flächeninhalt von 151 km^2. Aus den meteorologischen Beobachtungen resultiert, dass auch hier die grössten Niederschlagsmengen im September 1882 vorkamen.

Am Pegel der Cornicchio-Brücke, der von Seite der Stadtgemeinde Trient daselbst aufgestellt ist und beobachtet wird sind während der grössten Hochwässer folgende Höhen verzeichnet worden.

Im Jahre	1882,	16. September . .	2·39 *m*
„ „	1885,	16. October . .	1·00 *m*
„ „	1889,	12. u. 22. October	1·20 *m*
„ „	1890,	13. Juli	0·60 *m*
„ „	1890,	1. September . .	1·00 *m*

Das absolut grösste Hochwasser am 16. September 1882 wurde vom Ingenieur Apollonio ungefähr 155 m^3 berechnet.

Nach der Formel von Iszkowsky $Q_3 = C_h\ m\ h\ F$ ist für

$$F = 151\ km^2$$
$$h = 1·143 \text{ (Pergine)}$$
$$m = 7·10$$
$$C_h = 0·140$$

als der passendste Coëfficient für das Flussgebiet der Fersina zwischen den Kategorien I und II

$$Q = 168·7\ m^3,$$

welche Wassermenge von der obigen wenig differiert.

Die meisten Fersina-Hochwässer treffen mit dem Etsch-Hochwasser nicht zusammen.

In Fällen von andauernden Regen erreicht dieser Wildbach seinen höchsten Stand 6—15 Stunden vor jenem der Etsch.

5. In der Flusstrecke zwischen der Fersina und dem Rossbach münden die Bäche von Matarello (Stolzenbach), Besenello (Rio Secco) und von Aldeno in die Etsch, welch letzterer sich durch den Graben „Del Rimone“ in das alte Bett des Calliano-Durchstiches ergiesst. Ausserdem sind noch die Abzugsgräben zu erwähnen, von denen der wasserreichste jener von Acquaviva ist.

6. Der Rossbach liegt im Flussgebiete der Etsch, ist bis zur Mündung 10 *km* lang und hat ein Niederschlagsgebiet von 38 km^2.

Bei Hochgang führt dieser Bach eine grosse Menge grobes Material in die Etsch, welches infolge seiner Schwere an der Mündung liegen bleibt und bis jetzt von der Etsch-Regulierung entfernt wurde.

1600 *m* oberhalb der Mündung besteht die alte Camelli-Thalsperre, welche sich 14 *m* hoch über die Bachsohle erhebt und gegenwärtig das grobe Material zurückhält.

Während des Hochwassers vom Jahre 1882 brach das ganze hinter der Sperre angesammelt gewesene Material unter der Sperre durch. Im Jahre 1883 wurde dieselbe von der Etsch-Regulierung wieder hergestellt, d. i. untermauert und im laufenden Jahre von der Interessenten-Genossenschaft für die Strasse von Folgaria noch um 1 *m* erhöht, dürfte daher für die Regulierung der Etsch noch lange vom dauernden Nutzen sein.

Die grösste Wassermenge dieses Wildbaches beträgt nach der Formel von Iszkowsky ca. 40 m^3 pro Secunde.

7. Von diesem Punkte bis zum Leno existieren keine namhafteren Zuflüsse, Bäche oder Gräben mehr, welche noch eine Vermehrung des Wasserquantums, bezw. Vergrösserung der Profile bedingen würden.

Das Niederschlagsgebiet der kleinen Zuflüsse auf beiden Seiten der Etsch zwischen Fersina- und Leno-Mündung beträgt nach Abzug jenes des Rossbaches 220 km^2, so dass ihr Beitrag zum höchsten Etsch-Hochwasser mit ca. 20 m^3 angenommen werden kann.

8. Vom Leno möge hier nur gesagt sein, dass sein Niederschlagsgebiet 200 km^2 beträgt und hieraus nach der Formel

von Iszkowsky bei Hochwasser eine secundliche Maximalabfuhr von 220 m^3 resultiert.

Nachdem nun auf diese Weise die einzelnen Zuflüsse der Etsch in der III. Section betrachtet wurden und ihre Maximalabfuhr nach Möglichkeit bestimmt wurde, ist es von Wichtigkeit zu prüfen, wie gross ihre Abfuhr im Culminationsmomente des Etsch-Hochwassers sei.

Aus den Untersuchungen über die Wildbäche Noce und Avisio gieng hervor, dass die grossen Hochwässer, welche immer eine Folge der raschen Schneeschmelze durch warme mit Südwind (Scirocco) begleitete Regen sind, bei diesen Bächen wegen der südlichen Lage ihres Sammelgebietes früher eintreten als bei der Etsch und den nördlicher gelegenen Zuflüssen derselben.

Ueberdies bietet auch die vom Hochwasser zu durchlaufende verschiedene Entfernung eine Gewähr dafür, dass selbst bei gleichzeitigem Entstehen desselben die Culminationen der Hochwasserwelle nirgends mit einander zusammentreffen werden, was auch durch alle Beobachtungen bestätigt wird.

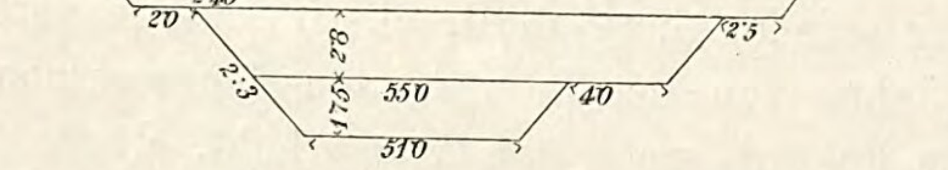
Theoretisch lässt sich allerdings das der Hochwasserwelle der Etsch von den beiden genannten Wildbächen zugeführte Wasserquantum nicht bestimmen, es dürfte aber nicht weit gefehlt sein, wenn man annimmt, dass Noce und Avisio bis zum Anlangen der Hochwasserwelle der Etsch bereits um $^1/_4$ ihres Hochstandes zurückgegangen sind, so dass also der Berechnung statt 2000 m^3 nur 1500 m^3 als ihr Beitrag zugrunde gelegt werden können.

Unter der Voraussetzung nun, dass in den obern Sectionen das Hochwasser des Jahres 1882 dem des verflossenen Juli gleich gewesen und in dieser III. Section mit 1540 m^3 eingetreten sei, so resultiert nach dem oben Gesagten unterhalb der Avisio-Mündung eine Wasserabfuhr von 3040 m^3 und bei der St. Lorenzo-Brücke von rund 3100 m^3.

Stellen wir nun eine Untersuchung über die Wasserquantitäten an, die die Strecke bei der St. Lorenzo-Brücke passierten unter der Vorraussetzung, dass in den oberen Strecken weder Einbrüche noch Dammüberströmungen stattgefunden hätten und das gesammte Hochwasser in dem von der Revisionscommission aufgestellten Normalprofil enthalten gewesen wäre.

Als Grundlage soll, um aus der Rechnung die Stauwirkung der Brücke zu eliminieren, ein 300 m oberhalb der St. Lorenzo-Brücke gelegenes Querprofil, Fig. 77, gewählt werden, welches sofort nach dem Hochwasser vom Juli 1890 aufgenommen wurde.

Fig. 77.



Hiefür die den verschiedenen stündlichen Pegel-Ablesungen entsprechenden Elemente gerechnet, erhalten wir die bezüglichen Geschwindigkeiten und Abflussmengen, welche in nachstehender Tabelle gesammelt sind.

H	F	P	R	C	V	Q
2·0	243·19	68·96	3·53	46·1	3·004	731·17
2·4	270·55	70·40	3·84	47·1	3·159	854·78
3·0	314·53	77·06	4·08	47·6	3·261	1026·84
4·0	390·31	80·66	4·84	48·1	3·618	1412·88
5·0	469·11	84·26	5·57	49·2	3·941	1848·92
6·0	550·95	87·86	6·26	50·0	4·241	2338·70
6·0						2382·7

Auf Grund der stündlichen Pegelbeobachtungen während der Hochwässer der Jahre 1882 und 1890 wurden nun die hydrometrischen Diagramme construiert. (Siehe Tafel 48.)

Construiert man mit Hilfe der vorstehenden Tabelle die Wasserabflusscurve für das gewählte Profil und mit ihrer Hilfe das hydrometrische Diagramm, so ist die zwischen zwei Ordinaten desselben eingeschlossene Fläche der Ausdruck des in der Zeit zwischen den betreffenden Pegelablesungen abgeflossenen Wasserquantums.

Aus dieser Curve resultiert die Maximalwassermenge 2382·7 m^3, die im Jahre 1882 dieses Profil passierte.

Während dieser denkwürdigen Ueberschwemmung gieng jedoch ein grosser Theil des Wassers durch Einbrüche verloren, wodurch das ganze Thal unter Wasser gesetzt wurde.

Will man nun die wahrscheinliche Wasserhöhe am Pegel bei St. Lorenzo wissen, für den Fall, dass das ganze Wasser zwischen den Dämmen geblieben wäre, so ist es nothwendig, das gesammte durch seitliche Ausbrüche dem Abfluss in der Etsch entzogene Wasserquantum zu kennen.

Es muss aber hiebei bemerkt werden, dass die verlässliche Bestimmung der secundlichen Wassermenge, welche sich durch Einbrüche und Ueberströmungen vertheilt hat, eine Sache der Unmöglichkeit ist, da ausser dem Fassungsvermögen des inundierten Gebietes die Zeit, welche das Wasser brauchte, um dasselbe zu füllen, die ursprüngliche Form und progressive Erweiterung der Einbrüche sowie der jeweilige Wasserstand des Flusses und endlich der Rückabfluss des ausgetretenen Wassers in den Fluss unbekannte Factoren sind.

Nichtsdestoweniger wurde der Versuch gemacht, auch diese Frage zu lösen. (Siehe den untenstehenden Berechnungsversuch.)[1]

[1] Der Ausfluss aus einem Dammbruche wird im ersten Momente und für eine gewisse Zeit der bei freiem Ueberfall sein und die Wassermenge

$$Q = A \sqrt{2 g H}$$

wobei A das Ausflussprofil und H die hydraulische Druckhöhe auf den Schwerpunkt desselben bedeutet.

In der Folge, sei es wegen des Steigens des Wassers im Inundationsbassin oder wegen der successiven Vertiefung des Einrisses, wird der freie Ueberfall allmählich ein unvollkommener, der Wasserdruck vermindert sich, das Niveau des Hochwassers im Flusse wechselt, und auch das eingebrochene Wasser hat vielleicht schon den Rückweg in den Fluss gefunden, lauter Umstände, die die Berechnung unsicher machen.

Bezeichnen

x den variablen Wasserdruck im Zeitmomeute d t,

S_x die Oberfläche des Inundationsgebietes,

A_x das Durchflussprofil des Einrisses, so ergibt sich

$$d Q = n x A_z \sqrt{2 g x} . d t$$

in derselben Zeit wird sich der Wasserspiegel im Bassin um d x gehoben haben, daher

$$S_x \, d x = n x A_x \sqrt{2 g x} . d t \text{ und daraus}$$

$$d t = \frac{S_x \, d x}{n x A_x \sqrt{2 g x}} \text{ und}$$

$$t = \int \frac{S_x \, d x}{n x A_x \sqrt{2 g x}}.$$

Die Zeit welche das Wasser braucht, um vom betrachteten Einrisse aus das Inundationsbassin zu füllen; diese Zeit ist meistens bekannt.

Das was meistens nicht behannt ist, sind

$$F (x) = A_x$$

$$\varphi (x) = S_x$$

das heisst die Veränderlichkeit des Einrisses während der Zeit t und die horizontale und verticale Configuration des Bassins.

Nehmen wir an, dass die Form des Einrisses sich gleich bleibe und dass das inundirte Gebiet von steilen Ufern (Dämmen etc.) eingeschlossen sei, so hat man

$$F (x) \ldots \text{constant}$$

$$\varphi (x) \ldots \text{constant}$$

$$t = \frac{1}{n A \sqrt{2 g}} \int_0^H \frac{S . d x}{d x}$$

Wird nun dieses durch Einbrüche und Ueberströmungen dem Profile entzogene Wasserquantum, welches für das Inundationsgebiet der

Section Ia mit 44,540.000 m^3
" II " 59,600.000 m^3
" III " 41,135.000 m^3

im Ganzen mit 145,275.000 m^3 berechnet wurde, der Wasserabflusscurve hinzufügt, so erhält man eine neue Curve, welche den eigentlichen wahren Wasserabfluss darstellt unter der Voraussetzung, dass das gesammte Hochwasser im Flussschlauche selbst abgeflossen wäre.

Bei Berechnung des durch die seitliche Entlastung verlorenen Wassers wurde jenes im Becken von Meran nicht mit inbegriffen, da dasselbe in dem engen steilen Thale rasch abfloss und somit dem Flusse nicht lang entzogen blieb.

Ebenso wurde das Sickerwasser und das durch die Abzugsgräben zurückgestaute Wasser in diese Berechnung nicht einbezogen, weil dasselbe auch in Zukunft den Etsch-Hochwässern entzogen bleibt.

So erreicht das Quantum des bei einem nur mittleren Hochwasser durch den Kalterer Abzugsgraben zurückgestauten Wassers schon mehrere Zehnmillionen Cubikmeter, so dass die genannte Vernachlässigung hiedurch allein schon gerechtfertigt erschiene, wenn nicht auch die andern oben angeführten Gründe mit gleichem Nachdrucke dafür sprächen.

Es geht nun aus der Betrachtung der Curven hervor, dass dort wo die Stetigkeit der Curve auffallend unterbrochen wird, ein seitlicher Wasserverlust stattgefunden haben muss.

Demgemäss muss die dem Diagramme der Wassermengen fehlende Kuppe diese seitlichen Verluste darstellen, und factisch erhält man durch Ergänzung des Diagrammes eine Flächenvermehrung desselben, welche vollständig dem Volumen des oberhalb der Brücke von St. Lorenzo verloren gegangenen Wassers entspricht.

Die zwei Curven für das Hochwasser vom Jahre 1890 wurden in derselben Weise wie jene für das Jahr 1882 construiert. (Tafel 48.)

Die Wassermengencurve für 1882 hat ihr Maximum bei 3100 m^3 vervollständigt, womit also nochmals nachgewiesen ist, dass die Etsch während eines Hochwassers unter den ungünstigsten Verhältnissen beim Pegel von Trient nicht mehr als 3100 m^3 per Secunde führt.

Von St. Lorenzo bis zur Fersina-Mündung sind, wie aus 3. hervorgeht, diesem Quantum weitere 20 m^3 hinzuzufügen.

Von den 155 m^3 des Fersina-Hochwassers dürften kaum mehr als 80 die später culminierende Hochwasserwelle der Etsch verstärken, so dass die Etsch von da an ca. 3200 m^3 führen wird.

Man kann annehmen, dass von da bis zum Rossbach noch 10 m^3 zufliessen, dass dieser letztere Bach sodann 20 m^3 beiträgt und von da bis zum Leno die kleinen Zuflüsse zusammen 10 m^3 betragen, so dass die Etsch die Brücke von Sacco mit einem Maximalquantum von 3240 m^3 passiert.[1]

$$t = \frac{2S}{n A \sqrt{2g}} \Big[\sqrt{x}\Big]_0^H = \frac{2S}{n A \sqrt{2g}} \sqrt{H}$$

und nachdem die Zeit t, die nothwendig ist um aus derselben Oeffnung bei freiem Ueberfalle dasselbe Wasserquantum H . S ausströmen zu lassen gleich ist

$$t_1 = \frac{S}{n A \sqrt{2g}} \sqrt{H}$$

folgt, dass das Bassin zur Füllung bei freiem Ueberfalle nur die halbe Zeit gebraucht hätte.

Will man nun auch noch das während der Dauer des freien Ueberfalles ausgeströmte Wasserquantum in Betracht ziehen, so könnte man mit gewisser Verlässlichkeit behaupten, das durch die Einrisse dem Flusse per Secunde entzogene Maximalquantum erhält man, wenn man das gesammte ausgeströmte Wasserquantum durch $^2/_3$ der Zeit (in Secunden) dividiert, die das betreffende Bassin zur Füllung beanspruchte.

130. Capitel.

Neue Gefälle, die das Hochwasser vom Juli 1890 zeigte.

Die neuen Gefälle des Hochwasserspiegels, wie sie aus den Aufnahmen im Juli 1890 hervorgiengen, sind in Tafel 52 verzeichnet und werden im Vereine mit den Abfuhrsmengen und Rauhigkeitsgraden neuerdings in folgender Tabelle zusammengestellt.

Zusammenstellung der Elemente für die Berechnung der Normalprofile des neuen Projectes.

Nr.	Strecke	Laufende Nr. der Querprofile	Q in *cm*	J	n
I.	Von der Bahnbrücke St. Michele bis zur Einmündung des Noce . .	0-100	1600	0·00075	0·030
Ia.		100-Noce	1600	0·00045	0·030
II.	Ischia—Wolkenstein bis zum Briamasco - Durchstich	165-227	3100	0·001305	0·0268
IIIa.		227-259	3100	0·001141	0·0265
IIIb.		259-279	3100	0·001141	0·0265
IVa.	Briamasco-Durchstich . .	279-319	3120	0·00094	0·0265
IVb.	Virginia-Durchstich . . .	319-329	3120	0·00094	0·0265
V.	Lidorno-Durchstich . . .	330-410	3200	0·000684	0·0260
VI.		410-421	3200	0·000684	0·0260
VII.		421-458	3210	0·000684	0·0260
VIII.	Vom Rossbach bis zum Ende des Chiusole-Durchstich	458-482	3230	0·0010874	0·0260
IX.		482-500	3230	0·0010874	0·0260
X.	Bis zur Sacco-Brücke . .	500·577	3240	0·0010874	0·0260

131. Capitel.

Berechnung der Normalprofile.

Für die Berechnung der Normalprofile dienten die in der vorhergehenden Tabelle gesammelten Elemente als Grundlage.

Die hiebei angewendete Formel ist jene von Ganguillet und Kutter

$$v = c\sqrt{RJ}$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{\cdot}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{\cdot}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Zur Vergrösserung des Durchflussprofiles wird anstatt einer Erbreiterung desselben eine Erhöhung der Dämme in Vorschlag gebracht, weil man im Falle der Erbreiterung zum Zweck den Hochwasserspiegel zu senken, solchen Bauschwierigkeiten und infolge dessen Auslagen begegnen würde, die mit dem erreichten Nutzen nicht im Verhältnisse stünden.

Im Hinblicke hierauf wird mit der gegenwärtigen Relation eine Projectsvariante weiter unten vorgeschlagen.

[1] Den Beitrag des Leno zum Etsch-Hochwasser des Jahres 1882 kann man mit 100m^3, jenen der kleinen Zuflüsse bis zur Reichsgrenze 20m annehmen. Nimmt man nun an, dass von der Reichsgrenze bis Verona noch weitere 140m^3 zufliessen, so resultieren für die Etsch bei einem Hochwasser wie jenes vom Jahre 1882 3500m^3 als Wasserabfuhr.

Thatsächlich wurde auch diese Quantität, der Berechnung der Profile für die Regulierung innerhalb der Stadt Verona zu Grunde gelegt.

132. Capitel.

Beschreibung des neuen Projectes.

Längs des ganzen Flusslaufes in der III. Section, d. i. von der St. Micheler Eisenbahnbrücke bis zur Brücke von Sacco, wird den Dämmen eine Sicherheitsmehrhöhe von 1·5 *m* über dem theoretischen Hochwasserspiegel vom Jahre 1882 gegeben.

Die Erhöhung der Dämme wird in der Weise vorgeschlagen, dass auf der Höhe des gegenwärtigen Pflasters flusseitig ein zweites Bankett verbleibt, welches den Zweck hat, die sonst zu hoch ausfallenden Uferböschungen zu unterbrechen.

Den Dämmen wird eine Kronenbreite von 3 *m* gegeben, mit Ausnahme der Strecken, wo selbe als Strassen dienen und daher 4—6 *m* Breite erhalten müssen, mit einer rückwärtigen Böschung von 2 : 3, welche sich bis jetzt als hinreichend erwiesen hat, insbesondere dann, wenn der Damm aus Bergmaterial hergestellt wird.

Dies im allgemeinen vorausgeschickt, gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Theilstrecken über:

1. Von der Brücke von St. Michele bis zur Abzweigung der nach Zambana führenden Strasse bei Profil 100 ist eine einfache Erhöhung der Dämme im Mittel von 1·10 *m* ohne neues Bankett erforderlich.

Vom Profil 100 bis zur Mündung des Avisio wird dieselbe Erhöhung im Mittel beantragt.

Für die genannte Strecke wurde auch eine Projectsvariante vorgelegt, welche ein gänzliches Weglassen des Inundationsdammes am rechten Ufer betrifft und an dessen Stelle die Fortführung des Dammes längs der Strasse nach Zambana bis in die Nähe des Dorfes in Vorschlag gebracht.

Wenn in Betracht gezogen wird, dass der zwischen dem Fluss und der genannten Strasse gelegene Grund minder fruchtbar ist, dagegen bei Annahme dieses Projectes dieser ganze Raum für die Ausbreitung des Hochwassers freibleiben würde, was den Vortheil hätte, dass der durch den Noce und Avisio verursachte Rückstau in den oberen Strecken sich weniger fühlbar machen würde und dass dabei endlich eine Ersparnis von fl. 79.460 erzielt würde, so dürfte dieses Project immerhin erwägenswert sein.

2. Ischia-Wolkenstein-Durchstich bis zum Anschlussprofil Nr. 227. Schon bei Ausführung des gegenwärtigen Projectes wurde das Normalprofil des Projectes insoferne abgeändert, dass das linksseitige Bankett in einer Breite von 10 *m* anstatt 4 *m* ausgeführt wurde.

Eine eventuelle weitere Erbreiterung wäre nur am linken Ufer möglich, da rechts die Grabenmündung liegt und von dieser thalabwärts der Berghang das Ufer bildet.

Zwischen dem Ende des Ischia-Wolkenstein-Durchstiches und dem Profil 227 liegt der Uebergang des Profiles Ischia-Wolkenstein zum Nachfolgenden.

Vom Profil 227 beginnt die regelmässige bereits nach dem restringierten Ergänzungsproject ausgeführte Flussregulierung, welche bis zur St. Lorenzo-Brücke reicht.

In der Strecke vom Profil 227 bis zum Centa-Durchstiche Profil Nr. 260 ist das rechtsseitige Bankett in einer Breite von 10 *m* statt 4 *m* hergestellt.

Die in Vorschlag gebrachte Erhöhung der Dämme bedingt eine respective Erhöhung der St. Lorenzo-Brücke.

Vom Profil 279—339 ist der Flusslauf noch nicht reguliert, weshalb das Hochwasser 1890 eine Norm für die Feststellung des Gefälles für diese Strecke nicht gab. Hier bis zum Profil 319 wurde für den rechten Etsch-Damm ein Bankett von 8 *m* und für den linksseitigen Damm ein solches von 1 *m* in Aussicht genommen.

Diese Breite des linksseitigen Bankettes wird bedingt durch die Lage des verlängerten Trienter Abzugsgrabens. Siehe Profil 318—19 (ad Nr. 10) und IVa (ad Nr. 11c).

Vom Profil 319 bis zur Mündung der Fersina wird ein 8 *m* breites Bankett beibehalten, welches bei Profil 339 in ein 2 *m* breites Bankett übergeht.

Vom Fersina- bis zum Rossbach ist die Flussregulierung durchgeführt und hat das Hochwasser der Jahre 1889 und 1890 auf die Systemisierung des Flusses insoferne einen günstigen Einfluss geübt, als das Flussbett vertieft und ausgeglichen wurde, wodurch ein stetigeres Gefälle sich ausbildete, wie die jüngsten Hochwässer zeigten.

Dieses Gefälle wurde bei Bestimmung der Normalprofile in Rechnung gezogen und diese in drei Strecken getheilt, nämlich:

1. Vom Beginn des Lidorno-Durchstiches bis zur Ischia-Fedrigazza (Profil 339—410); für diese Strecke wird nur die Erhöhung nebst Bankette von 2 *m* beantragt.

2. Von der Ischia-Fedrigazza (Profil 410—421) mit einem Bankett rechts von 8 *m* Breite.

Die rechtsseitige Uferböschung, welche gegenwärtig 45° hat und keine Bankette besitzt, wäre, um leicht eintretenden Beschädigungen vorzubeugen, dahin zu modificieren, dass ein erstes Bankett von 2 *m* Breite im Niveau der in den angrenzenden Strecken bestehenden und weiters ein zweites Bankett im Niveau der Erhöhung gleich wie in den übrigen Strecken hergestellt würde. Selbes hat nebenbei den Zweck, im Verein mit dem Inundationsdamm, die zu starken Krümmungen in dieser Strecke zu mässigen.

Vom Profil 421—431 Uebergang des Profiles in jenes des Durchstiches von Besenello-Calliano.

In diesem Durchstiche vom Profil 431—458 wird nur die Erhöhung der Dämme nebst Banketten von 2 *m* Breite beantragt.

Hier sei bemerkt, dass in den letztgenannten Theilstrecken die Brücken von Matarello und Calliano um ungefähr 2 *m* zu erhöhen kommen. Vom Rossbach thalabwärts wird eine Dammerhöhung mit Bankette von 2 *m* Breite vorgeschlagen, dabei aber die Strecke bei Chiusole (Profil 482—488) ausgenommen, woselbst da der rechtsseitige Damm thalabwärts ohnehin schon zu nahe an den Häusern von Chiusole gelegen, eine Dammerhöhung nur am linksseitigen Ufer und zwar in der Breite von 8 *m* auszuführen käme, da die tief gelegenen Häuser des Ortes eine Senkung des Wasserspiegels auf jede nur mögliche Art wünschenswert machen.

Aus dem gleichen Grunde musste das restringierte Ergänzungsproject bei der gegenwärtigen Ausführung eine Modification erleiden, welche darin besteht, dass der rechtsseitige Damm ein Bankett von nur 1 *m* erhielt, während dem linksseitigen ein solches von 1·8 *m* gegeben wurde.

Bei Bestimmung des Gefälles in der Strecke vom Rossbach bis zum Leno wurde die Ausführung der projectierten Vertiefung von 1·30 *m* des felsigen Bettes von Sacco vorausgesetzt.

Mittelst dieser Normalquerprofile wurde im Längenprofile, sowie in den Querprofilen die Krone des neuen Dammes bestimmt.

Bei Bestimmung der Dammhöhen hat man auch der Wirkung starker Curven Rechnung getragen.

Solche Curven finden sich:

Im	I.	Lose	bei Nave St. Felice	mit	600 *m*	Radius
„	V.	„	Durchstich von Centa	„	1000 *m*	„
„	VI.	„	„ Al Desert	„	600 *m*	„

im IX. Lose bei Acquaviva mit 1200 *m* Radius
„ X. „ „ Aldeno „ 1000 *m* „
„ X.—XII. „ Ischia-Fedrigazza 600 und 700 *m* Radius.

Für diese Stellen wird auf Grund von an Ort und Stelle während der Hochwässer gemachten Erfahrungen eine um 30 *cm* grössere Erhöhung des an der concaven Seite gelegenen Dammes in Vorschlag gebracht.

Bei der Einmündung in den Durchstich der Ischia-Wolkenstein wird die Ueberhöhung der Dämme grösser als an andern Punkten beantragt, um für den Fall als der Avisio solche Schuttmassen in die Etsch führte, dass diese dieselben nicht fortstossen könnte, der Hebung des Wasserspiegels zuvorzukommen.

Der Noce ist in dieser Beziehung unschädlich, wie schon früher erwähnt wurde, und gegenwärtig gelangt allerdings auch von Seite des Avisio dank der Sperre von St. Giorgio nur verhältnismässig leichtes und von der Etsch noch abstossbares Geschiebe in dieselbe, es ist jedoch geboten allen Eventualitäten Rechnung zu tragen.

Auf Grund der genannten Querprofile und der Einheitspreise des Ergänzungsprojectes, welche sich auf gleiche Arbeiten beziehen, wurde ein summarischer Voranschlag ausgearbeitet, welcher auch die Abzugsgräben mit einbegreift, von denen weiter unten des Mehreren gesprochen wird.

Auf Grund der oben angeführten Bedingungen erhält man in der Strecke zwischen Avisio und Fersina eine verhältnismässig grössere Höhe der Dämme über dem Terrain und infolge dessen auch eine grössere Gefahr von Filtrationen während Hochwässern.

In Anbetracht dessen, dass das Territorium, dem die Dämme als Schutz dienen sollen, aus ausgedehnten fruchtbaren Feldern besteht, die zur Regulierung eine bedeutende Concurrenz zahlen und dass in demselben sich auch die Stadt Trient mit der Bahnstation befindet, die beide durch ihre Tieflage gefährdet sind, würde jedoch hier das Hochwasserniveau in der Strecke zwischen Avisio und Fersina zu senken, und dementsprechend auch die Dämme niedriger zu halten sein.

Es dürfte jedoch angezeigt sein, hier einige Untersuchungen theoretischer Natur über die zweckmässigste Wahl des Normalprofiles vorauszuschicken.

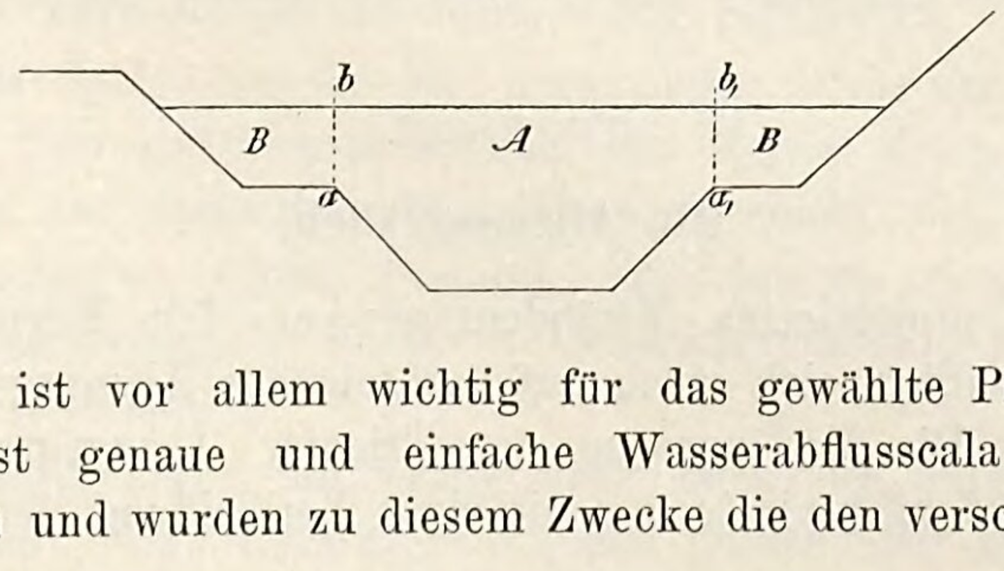
133. Capitel.

Discussion einiger Variationen des Durchflussprofiles für die Strecke oberhalb der St. Lorenzo-Brücke.

Für die Berechnung der Normalquerprofile für die Strecke oberhalb des Pegels bei St. Lorenzo wurde dieselbe Methode wie für die Berechnung der Normalquerprofile des Ergänzungsprojectes angewendet.

In den folgenden Untersuchungen jedoch wurde ein abweichender Weg eingeschlagen, darin bestehend, die Profile mittelst der Senkrechten a b, a_1 b_1, in 3 Segmente B, A, B zu zerlegen und jedes derselben für sich zu betrachten, indem die innere Reibung des Wassers in den Schnittflächen vernachlässigt wird.

Fig. 78.



Es ist vor allem wichtig für das gewählte Profil eine möglichst genaue und einfache Wasserabflusscala zu bestimmen und wurden zu diesem Zwecke die den verschiedenen Wasserständen über den Banketten entsprechenden Abflussmengen gerechnet und die Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt.

Centrales Segment A.

h	F	p	R	C	V	Q
3·2	578·64	90·5	6·39	50·0	4·270	2470·79
3·3	586·68	90·5	6·48	50·1	4·308	2527·42
3·4	594·72	90·5	6·57	50·2	4·347	2585·44
3·5	602·76	90·5	6·66	50·3	4·384	2642·50
3·6	610·80	90·5	6·74	50·4	4·420	2699·73
3·7	618·84	90·5	6·83	50·4	4·452	2755·07
3·8	626·88	90·5	6·92	50·5	4·485	2811·55
3·9	634·92	90·5	7·01	50·5	4·514	2866·02
4·0	642·96	90·5	7·10	50·5	4·545	2922·25
4·1	651·00	90·5	7·19	50·6	4·579	2980·92
4·2	659·04	90·5	7·28	50·6	4·609	3039·07

Werden nun diese Quantitäten als Ordinaten auf einem rechtwinkligen Coordinatensystem aufgetragen, dessen Abscissen die Wasserhöhen vorstellen, so erhält man eine Curve, die man ohne grossen Fehler durch eine Gerade ersetzen kann:

1) $$Q_0 = 666 + 565\,h$$

wobei h in Metern.

Bankette BB.[1]

h	F	p	R	C	V	Q
3·2	34·56	17·52	1·97	43·0	2·038	70·43
3·3	36·13	17·96	2·01	43·1	2·068	74·71
3·4	37·74	18·24	2·07	43·2	2·096	79·10
3·5	39·37	18·60	2·13	43·4	2·128	83·77
3·6	41·04	18·96	2·17	43·5	2·161	88·68
3·7	42·73	19·32	2 21	43·6	2·186	93·40
3·8	44·46	19·68	2·25	43·7	2·211	98·30
3·9	46·21	20·04	2·30	43·8	2·239	103·46
4·0	48·00	20·40	2·35	43·9	2·267	108·81
4·1	49·81	20·76	2·39	44·0	2·296	114·36
4·2	51·66	21·16	2·44	44·1	2·324	120·04

Wenn man sich nun die Werte dieser Tabelle wie im vorhergehenden Falle auf einem rechtwinkligen Coordinatensystem aufträgt, so erhält man eine Curve: von der Gleichung $J = m\,x^2$, aus welcher statt J, m und x die Werte eingesetzt, hervorgeht:

2) $$Q_1 = 6{\cdot}8\,h^2.$$

Man kann also zwischen den Grenzen $h = \frac{3{\cdot}2\,m}{4{\cdot}2\,m}$ über dem Bankett das Gesammtwasserquantum durch die Formel ausdrücken

(I) $$Q = 666 + 565\,h + 6{\cdot}8\,h^2$$

welche sonach aufgelöst die Höhe über der Bankette gibt, bis zu welcher eine gegebene im Flussprofile abfliessende Wasserquantität reichen würde

(II) $$h = \sqrt{1628 + 0{\cdot}1471\,Q} - 41{\cdot}54.$$

Die jetzt entwickelten Formeln dienen nun als Grundlage für die Entwicklung einer dritten, welche das Ziel dieser Untersuchung ist, nämlich der Ausdruck einer Relation zwischen der Höhe des Wasserspiegels und der Breite der Bankette, im Falle man zu einer Verschiebung des rechten Inundationsdammes schreiten wollte.

Rechnet man sich die Abfuhrsmengen der beiden Bankette allein für variable Breiten derselben, so erhält man succesiv folgende Tabelle:

[1]) Diese beiden Segmente sind vereint zu denken, so dass sie ein einziges Profil bilden.

B Bankette	h	F	p	R	C	V	Q	Q_A
10	4·0	80·00	28·40	2·11	43·5	2·127	170·16	2922·25
20	3·8	112·86	37·68	2·99	45·5	2·650	299·08	2811·55
30	3·7	146·35	47·32	3·09	45·7	2·714	397·19	2758·07
30	3·6	141·84	46·96	3·02	45·5	2·670	378·71	2699·73
40	3·6	177·89	56·96	3·12	46·0	2·746	488·34	2699·73
40	3·5	172·37	56·60	3·04	45·6	2·697	464·88	2642·50
50	3·5	207·37	66·60	2·11	43·5	2·153	446·53	2642·50
(I)							(II)	

Die Abfuhrsfähigkeit des Mitteltheils Q_A ist bereits gegeben.

Sucht man sich aus den beiden letzten Colonnen dieser Tabelle jene Horizontalsummen aus, die gleich oder annähernd 3100 *m* sind, indem man eventuell interpoliert, so entsprechen denselben gewisse Werte von B und h in den ersten zwei Colonnen.

Trägt man sich nun diese letzteren Werte auf einem Coordinatensystem auf, z. B. die Werte für die Bankette als Abscissen und die hydrometrischen Variationen als Ordinaten, so erhält man eine zur Abscissenaxe assymptotische Curve, die man durch die Gleichung

$$x^{\alpha} J^{\beta} = \text{const.}$$

ausdrücken kann. Hievon die Logarithmen

$$\alpha \log x \times \beta \log J = \log C,$$

für x und J ihre Werte substituiert, so erhält man die Gleichung:

$$h = \frac{5{\cdot}14}{\sqrt[10]{B}},$$

welche selbstverständlich verlässliche Werte nur innerhalb der Grenzen $x = 20$ und $x = 50$ gibt, innerhalb welche eben das Maass der Verschiebung des Dammes fallen muss.

Aus dieser Formel erhält man für die Bankettbreiten von: 10, 20, 30, 40, 50*m* Senkungen des Wasserspiegels von 0·2, 0·4, 0·55, 0·65, 0·70.

Eine grössere Verschiebung des Dammes würde den Wasserspiegel um weniges mehr senken, dagegen aber solche Grundeinlösungs- und Bauausführungs-Schwierigkeiten verursachen, dass dieselben mit dem Vortheile, den man dadurch erreichen könnte, nicht mehr im Verhältnis stünden.

134. Capitel.

Varianten für die Lose III—VII.

Wie aus den beiliegenden Normalquerprofilen, Situationsplan und Voranschlag, zu ersehen ist, wird für die Regulierungsstrecke zwischen Avisio und Fersina eine Verschiebung des rechtsseitigen Inundationsdammes in der Weise vorgeschlagen, dass die gegenwärtige Bankette auf 50 *m* erbreitert wird.

Diese Profilserweiterung würde in dieser Strecke eine Senkung des Etsch-Hochwasserspiegels und demgemäss auch der projectierten Dammhöhen um 0·7*m* zur Folge haben.

Eine solche Senkung, wenn auch nicht sehr bedeutend, ist von grösster Wichtigkeit für die Stadt Trient, besonders wenn man bedenkt, dass sich deren nützliche Wirkung auch auf den verlängerten Abzugsgraben von Trient erstrecken würde, der seine Mündung noch in der zu verbreiternden Strecke hat.

Wie aus der vorangegangenen Berechnung hervorgeht, ist 50*m* die Grenze der Verschiebung bis zu welcher sich die grösseren Ausführungskosten noch durch den erreichten Nutzen rechtfertigen lassen.

Die Mehrkosten, die dieser Bau verursachen würde, rühren hauptsächlich von der nothwendig werdenden Einlösung und Demolierung der Kirche St. Apollinaris, des Pfarrhauses, der Herstellung einer Inundationsöffnung der Brücke von St. Lorenzo, der Occupation der Schiesstätte und schliesslich einer sehr bedeutenden Grabung im Bergfusse von Briamasco her.

Die hohe Wichtigkeit, die die möglichste Senkung des Hochwasserspiegels in dieser Strecke hat, nochmals ins Auge gefasst, ist zu bemerken, dass auf Grund derselben Formeln eine Senkung von 1·8*m* resultieren würde, wenn die Erweiterung statt im Niveau der Bankette im Niveau des Niederwassers stattfände.

In diesem Falle würde die gegenwärtige Dammhöhe dem theoretischen Hochwasser gegenüber noch 1*m* Sicherheit aufweisen. Die Erweiterung hätte in einer Höhe von 2·5*m* unter dem gegenwärtigen Bankett in einer Breite von 48*m* zu erfolgen derart, dass die Profilsbreite in diesem Niveau 72 + 48*m* = 120*m* betragen würde.

Im neuen Damme verbliebe noch ein Bankett von 2·0*m* Breite, die in den 50*m* der Erbreiterung inbegriffen ist.

Diese Variante würde 1,000.000 fl. kosten, demnach um 412.000 fl. mehr als die erste.

Wenn diese Variante auch den Zweck erreichen würde, nicht zu sehr die Dämme erhöhen zu müssen, so hätte sie doch verschiedene Unzukömmlichkeiten im Gefolge, wie oben bereits begründet, z. B. fortwährende Ablagerungen und sonstige Behinderungen des freien Abflusses auf dem 48 *m* breiten Banquett.

Diese Umstände werden hier erwähnt, weil sie verdienen gelegentlich der Beschlussfassung über die Wahl der Varianten erwogen zu werden.

Der schon früher erwähnte Alternativantrag für das II. Baulos bezüglich der Weglassung einer Strecke des Inundationsdammes am rechten Ufer könnte auf eine grössere Strecke ausgedehnt werden.

Es würde hiebei der Inundationsdamm bereits unterhalb Nave St. Rocco wegzulassen und von diesem Punkte der Damm nach oben bis zur Commerzialstrasse zwischen Nave und Mezzolombardo, dann längs dieser Strasse bis oberhalb Maso Non und von diesem Punkte bis zum Anschlusse an den Noce-Damm beim alten Ablagerungsplatze herzustellen sein.

Auf diese Art könnte im I. und II. Baulose am linken Ufer der Inundationsdamm auf der ganzen Strecke, am rechten Ufer aber nur von der St. Micheler Eisenbahnbrücke bis unterhalb Nave St. Rocco hergestellt werden. Alle übrigen Arbeiten wären nach dem Ergänzungsprojecte auszuführen.

Gegen die Ausführung dieses Projectes spricht jedoch der Umstand, dass hiedurch das Hochwasser-Profil verkleinert würde, wodurch eine Hebung der Etsch-Sohle an dieser Stelle bald veranlasst werden müsste.

Die Colmierung der tiefliegenden Gründe darf hier eben nicht auf Kosten des Flussregimes der oberen Flussgegend erfolgen, sondern wird vielmehr nach durchgeführter Regulierung erst systematisch in Angriff genommen werden müssen.

135. Capitel.

Die Abzugsgräben.

Die projectierten Veränderungen an den Regulierungsbauten würden sich auch auf nachfolgende Abzugsgräben erstrecken. Die Verlängerung des Trienter Abzugsgrabens ist im Ergänzungsprojecte nur mit einer Verkleidung der unteren

Grabenwinkel bis zum ersten Bankette, dann dieses selbst mit 20 *cm* starkem Pflaster in hydraulischen Kalk eingestellt.

In Anbetracht dessen, dass das Terrain, in welchem der Graben ausgehoben wird, grösstentheils aus Sand besteht und der Graben sehr nahe am Flusse gelegen ist, weshalb Abrutschungen etc. infolge der möglichen Durchsickerungen der Etsch zu befürchten sind, wird eine vollständige Verkleidung der Innenseiten des Canales, nämlich der Grabensohle und der Grabenböschungen bis zum zweiten im Niveau der angrenzenden Felder gelegenen Bankette mit einem 20 *cm* starken Pflaster in hydraulischem Kalk vorgeschlagen.

Die Abzugsgräben im Gebiete von Matarello am linken Etsch-Ufer, deren bedeutendste der sogenannte Graben „del Palú“ sowie der „della Catena“ sind, führen ausser dem jeweiligen Regenwasser das ihnen aus einem ausgedehnten Niederschlagsgebiete zugeführt wird, ständiges Quellwasser.

Diese beiden Gräben münden, wie aus dem Situationsplan ersehen werden kann, durch zwei im linken Etsch-Damme in der Nähe von Matarello angebrachte Schleussen in die Etsch.

Bis nun wurde beim Hereinbrechen eines Hochwassers jedesmal bemerkt, dass durch das schnelle Schliessen der genannten Schleussen, was deshalb geschah, um durch den Zutritt des Wassers dieser Gräben einen Rückstau des Flusses zu verhindern, das in den anliegenden Feldern stagnierende Grabenwasser derart anschwillt, dass es das angrenzende Gebiet ohne Zuthun der Etsch unter Wasser setzt.

Durch Erhöhung der Flussdämme wird daher jenen Feldern wohl nur ein geringer Nutzen geschaffen, wenn nicht gleichzeitig auch für einen geregelten Abfluss des Grabenwassers gesorgt wird.

Das anliegende Terrain begünstigt eine Correction dieser Gräben, um dieselben in das Altbett bei Acquaviva und von dort durch die untere Schleusse in die Etsch zu leiten.

Dies ist das Project, welches auch in Rechnung gezogen wurde.

Die Distanz von der Schleusse bei *km* 23 bis zur Schleusse von Acquaviva bei *km* 26 beträgt 3 *km*. Es ist daher der Niveau-Unterschied des Wasserspiegels der Etsch zur Zeit eines Hochwassers zwischen diesen beiden Punkten ungefähr gleich 2 *m* und dieser Höhenunterschied ist es eben, welcher eine Verminderung des Rückstaues des Flusses in den Gräben mit der hier vorgeschlagenen Verlängerung zur Folge hat.

Die im Gebiete von Pomarolo existierenden Gräben durchziehen das Thal in verticaler Richtung zur Etsch und ergiessen sich in diese am rechten Ufer im Baulose XVI.

Im ganzen bestehen in dieser Strecke 4 Gräben („Rivi“ genannt), welche zur Zeit von einem Hochwasser nebst einer grossen Quantität Wassers auch eine Menge feinen Bergmaterials führen.

Durch die Oeffnungen im Damme, wo selbe in den Fluss münden, würde bei Hochwasser die Etsch einen grossen Theil der Grundstücke um Pomarolo überschwemmen und der Nutzen der Hochwasserdämme auf diese Weise paralysiert.

Bloss Schleussen daselbst anzubringen würde unnütz sein, da, falls diese geschlossen werden, das Wasser dieser Gräben sowie das von demselben mitgeführte Geschiebe sich über die Felder ausbreiten würde, wodurch den letzteren ein grösserer Schaden erwüchse als durch die Ueberschwemmung von Seite des Flusses selbst.

Es wird daher nothwendig sein auch den Lauf dieser Gräben im Zusammenhange mit den Bauten der Etsch zu regulieren, was dadurch geschehen könnte, dass man die bestehenden Grabendämme bis zum Niveau der Etsch-Dämme erhöht.

Anstatt der Erddämme mit Pflasterverkleidung wird die Herstellung von Mauern in gewöhnlichen Kalkmörtel längs der beiden Ufer der genannten „Rivi“ vorgeschlagen, welche bei einer Kronenbreite von 50 *cm* auf der Grabenseite vertical sind, an der Aussenseite aber eine Böschung von 1 : 4 haben.

Die Uferregulierung dieser Gräben wurde mit einer Länge von den Etsch-Dämmen bis zur Concurrenzgrenze des „Consorzio atesino“ in Betracht gezogen.

136. Capitel.

Die Kosten für den Ausbau der Etsch-Regulierung in der III. Section.

Der alle bisher erwähnten Arbeiten enthaltende summarische Kostenvoranschlag beläuft sich auf 2,332.377 fl.

Die Ausführung der oben genannten Projectsvariante im II. Baulose, nämlich die Fortsetzung des Etsch-Dammes als Strassendamm gegen Zambana an Stelle des im Ergänzungsprojecte enthaltenen Inundationsdammes, würde um 79.460 fl. weniger kosten, daher den Kostenbetrag des allgemeinen summarischen Voranschlages auf 2,252.917 fl. reduzieren.

Wie bereits bemerkt, wurde der gegenwärtige Projectsvorschlag der Vereinfachung halber auf Grund des Ergänzungsprojectes ausgearbeitet, d. h. es wurden sämmtliche Arbeiten des Ergänzungsprojectes als ausgeführt angenommen.

Es kommt deshalb zur obigen Präventivsumme noch der Minderbetrag zu zählen, der sich durch die Annahme des restringierten Ergänzungsprojectes ergeben hat und welcher laut Commissions-Protokoll der Etsch-Regulierung vom November 1888 467.623 fl. beträgt.

Auch bei Berechnung der Variante, welche in einem Auseinanderrücken der Inundationsdämme zum Zwecke um die Dammhöhe zu verringern bestände, war das Resultat eine Erhöhung der Voranschlagssummen.

Eine Vergrösserung des Durchflussprofiles durch Erbreiterung desselben von Grund aus, d. h. vom Niederwasser angefangen, wurde gar nicht in Betracht gezogen, da dieselbe ausser den durch Umarbeitung gerade der kostspieligsten Arbeitskategorien enorm erhöhten Kosten eine Störung in den bereits ziemlich günstig sich entwickelten Flussverhältnissen nach sich ziehen würde.

Die der Flussohle angewiesene Breite entspricht nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen vollkommen dem Abflusse bei Nieder- und Mittelwasser und dementsprechend auch der beabsichtigten Ausbildung der Flussohle.

Angesichts so bedeutender Kosten und in Anbetracht dessen, dass die Normalprofile für ein Hochwasser gerechnet sind, wie es wohl schwerlich eintreten wird, wurde auch die Möglichkeit von Ersparungen discutiert, welche man durch eine Verringerung der Sicherheitsmehrhöhe der Dämme erzielen könnte und es ergab sich hierbei für eine Herabsetzung derselben von 1·5 *m* auf 1·0 *m* eine Ersparnis von 430.000 fl.

Beginnend bei der Eisenbahnbrücke von St. Michele ergibt sich sofort, dass daselbst das Niveau der Etsch-Dämme 0·30 *m* über den Schienen der Bahn zu liegen käme.

Bei Nave käme man links neuerdings in Collision mit der Bahn, mit dem Abzugsgraben und der Zufahrtsstrasse zur Ueberfuhr und auf der rechten Seite mit den Häusern von Nave St. Rocco, welche Objecte kaum die Entwicklung eines normalbreiten Durchflussprofiles gestatteten.

Ebenso bei Chiusole, wo sich die Dämme bei fast gleicher Höhe mit den anliegenden Häusern nahezu an diese anlehnen.

Im Vorstehenden wurde aus rein technischen Gesichtspunkten erörtert, welche Vervollständigungen der Etsch-Regulierungsbauten nothwendig wären, um auch für die grössten Hochwässer genügend dimensionierte Querprofile und widerstandsfähige Uferbauten zu schaffen, um also das Etsch-Thal für alle Elementarfälle sicherzustellen.

Es ist damit selbstverständlich der Nutzen der bisher ausgeführten Regulierungsbauten in keiner Weise in Zweifel gestellt, indem ja gerade die bisher ausgeführten Bauten die Grundlage für den eventuellen Ausbau im Sinne der Profils-Erweiterung bilden würden, ohne dass irgendwie nennenswerte Demolierungen des bereits Geschaffenen nothwendig würden.

Ob jedoch die bedeutenden Summen, die zur Erweiterung der Etsch-Regulierung noch erforderlich wären, überhaupt verfügbar sind, kann für die rein technische Beurtheilung der Fragen selbstverständlich nicht von Belang sein.

VII. THEIL.

Reconstructionen an der Avisio-Sperre.

137. Capitel.

Die Reconstruction des Umlaufcanales.

Gelegentlich des ausserordentlichen Hochwassers vom 29. October 1889 entstand eine Auskolkung im seitlichen Entlastungscanale der Avisio-Sperre bei St. Giorgio, welche beim Hochwasser vom 30. October 1889 in gefahrdrohender Weise erweitert worden ist. Die Ursache dieser Erscheinung war das Vorhandensein einer den Entlastungscanal durchquerenden tektonischen Störungslinie im Porphyrgebirge, längs welcher sich eine, etwa 8 *m* breite Zone zermalmten Porphyrgesteines befindet, ein Umstand, welcher vermöge der gleichartigen Natur des Gesteines und der ohnehin reichlich vorkommenden Klüftung des Porphyres bei der Herstellung des seitlichen Entlastungscanales im Felsen nicht wohl bemerkt werden konnte.

Beim Hochwasser vom 30. October 1889 wurde nun diese Zone zermalmten Gesteines wegen ihrer geringen Wiederstandsfähigkeit gegen die errodierende Wasserkraft derart herausgewaschen, dass sich ein ungefähr bis zur Mitte des Canals reichender Schrund bildete, welcher sich bis unter das Niveau des Sturzbodens der Sperre ausbreitete, und durch welchen das Wasser mit grosser Vehemenz gegen den, das rechtsseitige Widerlager der Sperre bildenden Felskopf herabstürzte. Hiedurch ist einerseits das thalabwärts gelegene Ende dieses Felskopfes sammt dem darauf befindlichen Theil der steinernen Treppe, welche von der Vorsperre auf die Sperrenkrone führte, durch Unterwaschen des Fusses und begünstigt durch die Klüftungsrichtung desselben, wodurch dieser Felsen eine thalabwärts überhängende Lage erhielt, eingestürzt, anderseits bildeten sich ungefähr 15 *mm* breite Spalten in diesem Felskopfe, welche sofort die Gefahr eines weiteren Absturzes desselben erkennen liessen, wodurch die rechte Sperrenflanke freigestellt und voraussichtlich der Bestand der Sperre in Frage gestellt werden musste.

Sofort nach Ablauf des Hochwassers wurde die Pölzung des Felskopfes ausgeführt und die Ableitung des Avisio aus dem seitlichen Entlastungscanale in Erwägung gezogen, um den entstandenen Kolk aufzunehmen und die zur Sanierung erforderlichen Arbeiten projectieren zu können. (Fig. 79.)

Ueber Antrag der Bauleitung der III. Etsch-Regulierungs-Section wurde dieselbe mit h. Erlasse der k. k. Statthalterei vom 18. November 1889, Nr. 26.707, ermächtigt, die Arbeiten für die Ausbesserung des entstandenen Schadens in Angriff zu nehmen, u. zw. vorerst die Ableitung des Avisio-Wassers zu bewerkstelligen, welche jedoch nicht, wie dies ursprünglich beabsichtigt war, mittelst eines Holzgerinnes durch den seitlichen Entlastungscanal, sondern in der Weise geschehen sollte, dass die Sperre in der Nähe des linken Ufers in einer Breite von 4 *m* und einer Höhe von 4—5 *m* abzutragen wäre, worauf das Avisio-Wasser mittelst Fangdämmen durch diese Oeffnung durchzuleiten, mittelst einer Fangmauer auf der Vorsperre in ein Holzgerinne zusammenzufassen und über den bestehenden Steinvorgrund hinweg, in das etwa einen halben Meter tiefer als der Wasserspiegel des damaligen Kolkes, unter dem Absturze des Entlastungscanales liegende Bachbett abzuführen gewesen wäre.

Damit jedoch die theilweise Durchbrechung der Sperre keine Beunruhigung in der Bevölkerung hervorrufe, wurde mit demselben h. Erlasse der k. k. Statthalterei angeordnet, dass über die näheren Modalitäten dieser Wasserleitung vorerst an Ort und Stelle eine Besprechung von Vertretern der maassgebendsten Interessenten stattzufinden hätte.

In Befolgung dieses Auftrages hat die k. k. Bauleitung der III. Etsch-Regulierungs-Section den ihr namhaft gemachten technischen Vertreter der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft der III. Section, Civil-Ingenieur Karl de Pretis, sowie den Landescultur-Ingenieur Franz Neuner zu einem Augenschein an der Thalsperre bei St. Giorgio eingeladen, bei welchem die Zulässigkeit der Anbringung einer Oeffnung im oberen Theile der Thalsperre behufs Ableitung des Bachwassers während der Reparatursarbeiten besprochen, und die nähern Modalitäten der Ausführung in dem diesbezüglich aufgenommenen Protokolle vom 22. November beschrieben wurden.

Mit Erlass der h. k. k. Statthalterei vom 2. December 1889, Z. 27.559, wurde sonach die Bauleitung beauftragt, nicht allein die Ableitung des Avisio-Baches im Sinne des Protokolls vom 22. November 1889 zu bewerkstelligen, sondern auch ungesäumt nach Trockenlegung des Entlastungscanales auf Grund der sich darbietenden Verhältnisse ein Project auszuarbeiten und in Vorlage zu bringen.

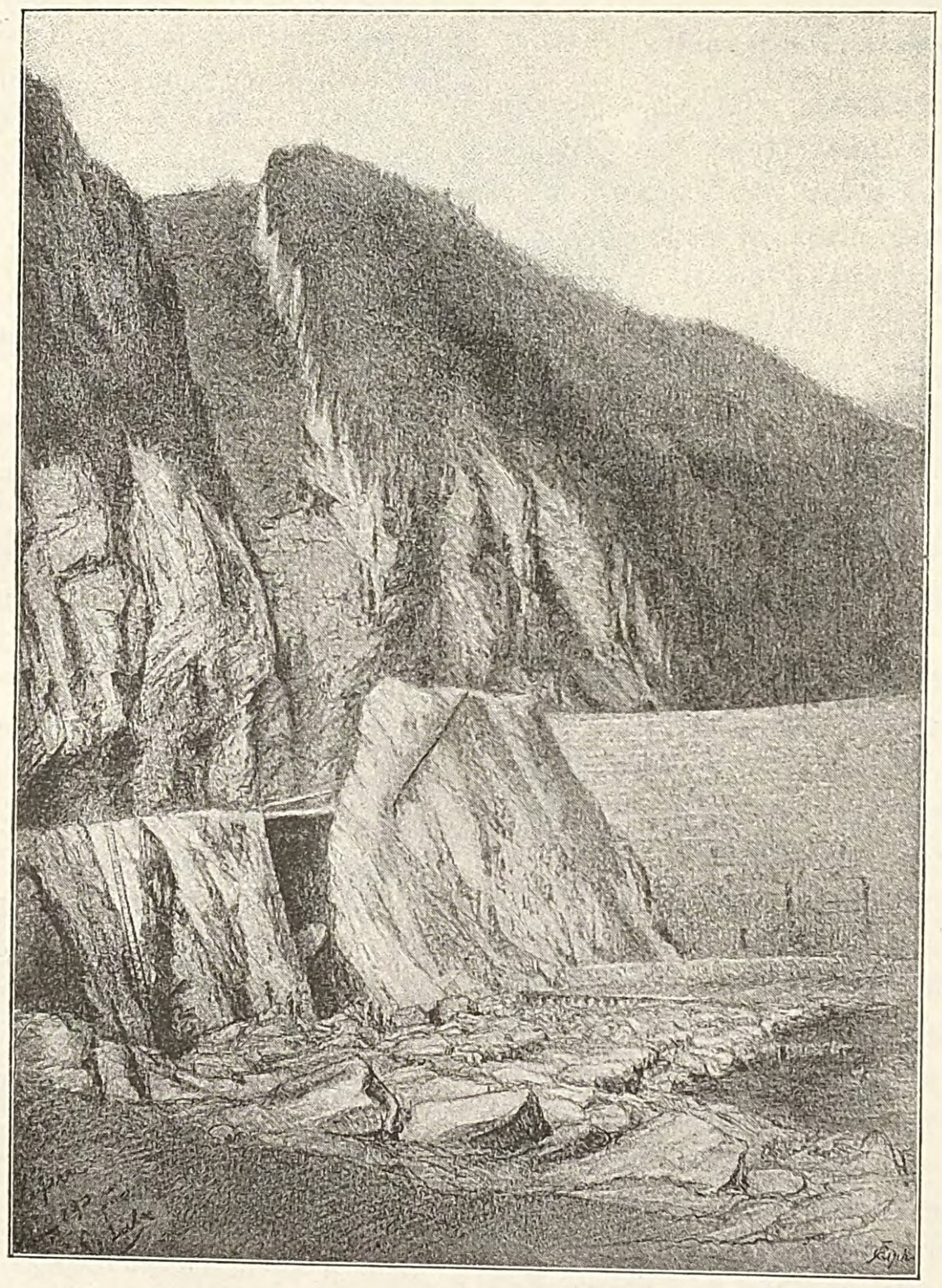
Da mittlerweile die Genossenschafts-Vorstehung der III. Etsch-Regulierungs-Section in ihrer Eingabe vom 24. November 1889, Nr. 907, die ad hoc einberufene Etsch-Regulierungs-Commission im Sinne des §. 20 der Vollzugsvorschrift zum Gesetze vom 11. September 1886, Nr. 41 L.-G.-Bl., behufs Beurtheilung des Reconstructionsprojectes für die Avisio-Sperre in Antrag brachte, wurde die genannte Commission mit Statthalterei-Erlass vom 16. December 1889, Z. 28.829, für den 28. December 1889 nach Trient einberufen.

Die Commission verhandelte am 28. und 29. December 1889 und nahm zuerst das von der Bauleitung inzwischen ausgearbeitete Project in Berathung, welchem zufolge der entstandene, den ganzen seitlichen Entlastungscanal durchquerende Schrund, theils mit Trockenmauerwerk, theils mit Beton und hydraulischen Mörtelmauerwerk einfach bis zur früheren Höhe der Canalsohle ausgemauert und der gespaltene

Felskopf an der rechten Sperrenflanke durch einen Mauerwerkskörper gestützt werden sollte. Schliesslich wurde auch beabsichtigt den Abfluss des Wassers im Seitencanale, welcher den Fuss des erwähnten Felsblockes, sowie den Steinvorgrund und die Vorsperre infolge einer fehlerhaften Richtung gefährdete, durch Anlage einer gemauerten Rippe unterhalb des Felskopfes, sowie durch Sprengungen im Felsen an der rechten Seite des Umlaufcanales derart zu verändern, dass der Wasserabsturz mehr nach vorn verlegt, also vom Sperrenfusse entfernt würde. Dieses Project (I. Project der Bauleitung) ist in Tafel 33, Fig. 4—7 dargestellt.

Ueber die für die Behebung des Schadens im Umlaufscanale zu treffenden Maassregeln konnte jedoch unter den Commissionsmitgliedern eine Einigung nicht erzielt werden, weshalb sowohl einerseits die Vertreter der Statthalterei und der Vertreter des Landes, anderseits die Vertreter der Genossenschaft, der Südbahn und des Stadtmagistrates Trient ihre Erklärungen getrennt zu Protokoll gaben.

Fig. 79.



Die Avisio-Sperre im Jahre 1890 nach dem ersten Absturze des Felskopfes an der rechten Sperrenflanke.

Der Vertreter des Landes erklärte das vorgelegte Project für undurchführbar, weil die projectierte Fundierung der Stützmauer am Felskopfe bei der Sperrenflanke nicht genug tief, die Ausführung des Mauerwerkes wegen der Härte des Steines in der günstigsten Jahreszeit nicht möglich sei, das nicht beendete Werk aber den Hochwässern unmöglich wiederstehen könnte. Die Belassung des Zustandes bis zum Winter 1890 erklärte der Vertreter des Landes mit Rücksicht auf einen weiteren Absturz des Felskopfes und die daraus erwachsenden, unabsehbaren Consequenzen für unzulässig, sondern erachtete es für unerlässlich, sofort den ganzen vor der Sperre entstandenen Kolk unter Verwendung grosser Steine bis gegen die Spitze des Felskopfes bei der Pfahlwand auszubetonieren, und nach vorn durch eine kräftige Pfahlwand abzuschliessen, wodurch ein massiges Fundament für das weitere Mauerwerk geschaffen würde, welches sodann bis zur Höhe der früheren Sohle des Umlaufcanales herzustellen käme.

Der Canal selbst sollte jedoch nur um ein Geringes erniedrigt und in dieser Weise eine Verflachung seines Gefälles bewirkt werden.

Der Vertreter des Landes beantragte diese Maassregeln, nämlich die Ausbetonierung des Kolkes, Ausmauerung des Schrundes und Verflachung der Canalsohle, jedoch nur mit dem Vorbehalte zur Ausführung, dass die Beendigung derselben bei niedrigem Wasserstand gesichert sei.

Die Vertreter der k. k. Statthalterei schlossen sich diesem Gutachten des Landesvertreters an, und betonten die Dringlichkeit der schleunigen Entscheidung der hohen Centralstellen.

Der technische Vertreter der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft der III. Section, Civil-Ingenieur de Pretis, dem sich auch die anderen Vertreter der genannten Genossenschaft anschlossen, erklärte sich gegen das vorgelegte Project, welchem zufolge, bei Hochwässern ein Wasserabsturz von fast 20 *m* stattfinden würde, durch welchen die Untermauerung des Felskopfes an der Sperrenflanke zerstört werden müsste, indem nach seiner Meinung für die Sicherung dieses Mauerfusses zum mindesten dieselben Vorsichten erforderlich wären, wie für die Sperre selbst, welche, obwohl in normalen Zeiten kein Wasser über sie strömt, zur Sicherheit doch noch einen Fallboden, eine Vorsperre und einen Steinvorgang besitzt.

Ausserdem erklärte sich Herr de Pretis gegen die Inangriffnahme der Reconstruction vor dem Winter 1890, indem bei der vorgerückten Winterszeit schon in drei Monaten Frühjahrs-Hochwässer eintreten dürften, welche das halbfertige Werk zerstören müssten. Herr de Pretis empfahl vielmehr, inzwischen das Project unter eventueller Zuziehung von Sachverständigen des h. Ministeriums eingehend zu studieren und mit dem Bau im November des Jahres 1890 energisch zu beginnen.

Der Vertreter der Stadtgemeinde Trient, der städtische Wasserbau-Ingenieur Herr Apollonio schloss sich in seinem Separatvotum im grossen und ganzen dem Gutachten des Herrn v. Pretis an, erklärte jedoch, dass es unmöglich sei, mit halbwegs verhältnismässigen Auslagen irgend welchen Bau auszuführen, welcher den Bestand der Thalsperre von St. Giorgio sichern könnte, indem in jedem Falle über kurz oder lang die ganz zerklüfteten Felsmassen des Canales zerstört und hiedurch unausbleiblich, noch ärgere Verhältnisse geschaffen werden müssten, als sie bereits heute bestehen.

Herr Apollonio begründet diese seine Anschauung damit, dass einerseits der Avisio, welcher über 1000 m^3 Wasser per Secunde beim maximalen Hochwasser führt, der gefährlichste Wildbach Tirols sei, anderseits aber das Felsgestein der Baustelle derart zerklüftet ist, dass es nicht möglich sei, einzelne Stücke von mehr als $^1/_2$ m^3 aus demselben zu gewinnen und ein derartig beschaffenes Gestein dem Anprall so gewaltiger Wassermassen unmöglich widerstehen könnte.

Ingenieur Apollonio gibt seine Meinung dahin ab, dass um eine Sicherheit zu erhalten, der Entlastungscanal am linken Avisio-Ufer derart angelegt werden müsste, dass das untere Ende desselben mindestens 50 *m* flussabwärts der Sperre zu liegen käme.

Da jedoch nach seiner Meinung die Thalsperre selbst mangelhaft fundiert sei, so müsste mit der Zeit vorerst die Unterwaschung der Grundsperre beim Einlauf des Laviser Nutzwassercanales, deren Fundament bloss 2 *m* unter dem Niederwasser des Avisio läge, und sodann auch die weitere Vertiefung des Bachbettes bis unter das Fundament der Hauptsperre und infolge dessen der Einsturz der Sperre erfolgen.

Unter solchen Umständen hält Herr Appolonio alle Vorkehrungen zur Sicherung der Sperre für viel zu unsicher und gewagt und beantragt vielmehr die Sperre ihrem Schicksal zu überlassen und lediglich auf Mittel zu sinnen wie die Thalwanderung der von derselben zurückgehaltenen Geschiebemassen in gefahrloser Weise bewerkstelligt werden könnte.

Herr Appolonio hält diese Maassregel für umso räthlicher, als die Thalsperre kein ausgedehntes Sammelbecken besitzt, die Wirkung thalaufwärts sich lediglich auf 3 *km* erstreckt und die zurückgehaltene Geschiebemasse bloss etwa 1,500.000 m^3 betrage, wovon ein grosser Theil bloss aus Sand und Schlamm bestehe, welcher durch den Avisio und die Etsch schadlos dem Meere zugeführt werden würde.

Die etwas schwereren Geschiebe würden in der Strecke zwischen der Sperre und der Etsch liegen bleiben, indem sie die durch die Wirkung der Sperre eingetretene Vertiefung des Bettes ausgleichen und die Lage der Ortschaft Lavis, deren Dämme bei Hochwasser noch 2 *m* freien Spielraum besitzen, eher verbessern als verschlechtern würden.

Die Stadt und die Grundstücke von Trient würden durch die nach und nach erfolgende langsame Thalwanderung der durch die Avisio-Sperre dermalen zurückgehaltenen Geschiebe keinen Schaden erleiden.

Sollte hingegen in einigen Jahren infolge einer ausserordentlichen Katastrophe ein Bruch der Thalsperre erfolgen, so würde eine bis dahin angesammelte 2- oder 3-mal so grosse Geschiebemenge mit elementarer Gewalt plötzlich in das Avisio- und Etsch-Bett gelangen, wodurch die Dämme beider Gewässer oberhalb der Stadt Trient überströmt und durchrissen werden müssten.

Schliesslich ersuchte Herr Apollonio um die genaue Aufnahme des Längenprofiles des Avisio oberhalb und unterhalb der Sperre, um daraus den Effect derselben auf die Geschiebezurückhaltung, sowie die thalabwärts erfolgende Eintiefung der Bachsohle mit Sicherheit beurtheilen zu können.

Der Vertreter der Südbahngesellschaft schloss sich der Aeusserung des Civil-Ingenieurs de Pretis, unter Vorbehalt der Genehmigung seitens seiner Direction, vollkommen an.

Auf Grund dieses Commissions-Ergebnisses fand am 31. December 1889 mit Zustimmung Sr. Excellenz des Herrn Statthalters eine Berathung statt, an welcher sich seitens des Landesausschusses Dr. R. v. Graff, von Seite der Statthalterei Herr Oberbaurath Ritt und Herr Baurath Pesta betheiligten, welche das Ergebnis hatte, dass mit h. Erlasse vom 31. December 1889, Z. 30.189, behufs vollständiger Informierung der h. k. k. Ministerien über diese äusserst verantwortliche und dringliche Angelegenheit die Absendung der berufenen Techniker zu einer Schlussberathung beim k. k. Ackerbauministerium angeordnet wurde.

Diese Berathung fand am 4. Jänner 1890 in Wien statt, und wurde auf Grund der Ergebnisse derselben mit h. Erlasse des k. k. Ackerbauministeriums im Einvernehmen mit dem Ministerium des Innern vom 12. Jänner 1890, Z. 220, eröffnet, dass die Ansicht der Genossenschafts-Vertreter, insbesondere des Civil-Ingenieurs Herrn de Pretis, es dürfe erst nach Ausarbeitung des Projectes nach Ablauf der Herbstwässer 1890 mit der Reconstruction der Sperre begonnen werden, nicht getheilt werde, vielmehr die Dringlichkeit der baldigsten Inangriffnahme der Arbeiten zur Beseitigung der entstandenen Schäden ausser Zweifel stehe.

Was die Art und Weise der in Rede stehenden Sanierung betreffe, so habe dieselbe statt nach dem von der Etsch-Bauleitung entworfenen Projecte in der Weise zu geschehen, dass an einer geeigneten Stelle des gegenwärtigen Ableitungscanales, u. zw. in der Nähe des stattgehabten Abbruches, eine entsprechend solide Absperrmauer derart herzustellen sei, dass an selbe anschliessend oder auch in Verbindung mit dieser Mauer eine treppenförmige Anlage erzielt werde, durch welche der Absturz des Wassers von dieser Absperrmauer bis in die Bachsohle successive treppenförmig geleitet werde.

Die k. k. Statthalterei wurde demgemäss mit dem genannten h. Erlasse des k. k. Ackerbauministeriums angewiesen, auf Grund der vorstehenden Directiven sofort ein Project ausarbeiten zu lassen, und nach dessen Fertigstellung die telegraphische Anzeige zu erstatten, worauf die Prüfung des Projectes an Ort und Stelle durch einen technischen Delegierten der beiden Ministerien ungesäumt veranlasst werde.

In Durchführung dieser hohen Weisungen fand in der Zeit vom 20.—24. Jänner 1890 durch den seitens der hohen Ministerien abgeordneten k. k. Baurath J. Schrey im Beisein des Etsch-Bau-Inspectors und des Bauleiters der III. Etsch-Regulierungs-Section eine Localisierung bei der Thalsperre von St. Giorgio in Lavis statt, bei welcher die Bauleitung das von ihr mittlerweile ausgearbeitete vom 14. Jänner 1890 datierte Project vorlegte. Dieses Project (II. Project der Bauleitung) ist in Tafel 33, Fig. 8—9, dargestellt.

Dieses neue Project erschien dem früheren Projecte vom 24. December 1889 gegenüber insoweit abgeändert, dass nunmehr die Ausmauerung des Schrundes im Entlastungscanale nicht bis zur früheren Sohle desselben projectiert wurde, sondern dem Canale selbst nach seiner ganzen Breite eine Abtreppung derart ertheilt wurde, dass der Absturz des Wassers in die aufeinander folgenden, senkrechten, zumeist durch Felssprengung herzustellenden Absätze von 3—5 und 7 *m* Höhe erfolgen sollte.

Die Untermauerung des gespaltenen Felskopfes an der rechten Sperrenflanke war in nahezu gleicher Weise wie im früheren Projecte beabsichtigt. Die Baukosten waren mit 55.000 fl. veranschlagt.

Dieses Project, welches den früher vereinbarten Bedingungen nicht entsprach, wurde von der Commission fallen gelassen, und nach den Angaben des k. k. Baurathes Schrey ein anderes Project ausgearbeitet und sammt dem diesbezüglich aufgenommenen Protokolle vom 23. Jänner 1890 dem genannten Baurathe behufs Vorlage an das h. k. k. Ackerbauministerium übergeben. Dieses Project vom 23. Jänner 1890 ist in Tafel 34, Fig. 1—4, dargestellt.

Wie aus dem genannten Protokolle hervorgeht, erschien es vor allem nothwendig, dem in dem Umlaufcanale eintretenden Wasser einen entsprechenden Abfluss derart zu schaffen, dass der Absturz der Wassermasse in den ausgerissenen Schrund nicht plötzlich, sondern stufenweise erfolge, dass der weitere Angriff auf die Grundfesten der überhängenden Felsenpartien behoben, dass die Querströmung längs des Sperrenfusses verhindert und dass der Lauf des Wassers unter der Sperre in directer Richtung der Avisio-Schlucht geleitet werde.

Zu diesem Behufe wurde im Umlaufcanale eine Cunette von 10 *m* Sohlenbreite und 47 *m* Länge derart projectiert, dass die Fallhöhe von 18 *m* auf 8 Stufen vertheilt werde, so dass die Höhe der einzelnen Stufen von 2·8 *m* bis auf 0·6 *m* abnimmt und derart die Kraft des abstürzenden Wassers gebrochen werde.

Um den natürlichen Porphyrfels gegen die Wirkung des Wassersturzes und gegen die Beschädigung durch die vom Wasser mitgeführten Steine und Hölzer zu schützen, sind die horizontalen Terrassen der einzelnen Absätze mit Schusstennen zu sichern.

Diese Schusstennen bestehen aus Stammholz, welches auf einen vermauerten Rost befestigt wird. Die Verticalwände der einzelnen Stufen sind nach Bedarf mit Futtermauern zu überkleiden.

Im Bereiche des Schrundes werden die Stufen durch in Cementmauerwerk ausgeführte Sperren gebildet und die Seitenwände des Canales bis zum Niveau der Canalsohle gleichfalls durch Sperrenmauerwerk fixiert.

Die rechtsseitige Seitenwand der Cunette ist im allgemeinen mit Ausnahme des Theiles im Schrunde vertical zu belassen, um den Fuss der Berglehne nicht zu schwächen.

Die linksseitige Canalwand wird bis zum Niveau des bestandenen Umlaufcanales in der Böschung 1 : 1 hergestellt, und ist in jenen Strecken, wo der Schrund durchquert wird, sowie dort, wo diese Böschung nicht in gewachsenen Felsen liegt, der ganze Leerraum bis zum Felskopfe, an den das Sperrenwiderlager anschliesst, mit Trockenmauerwerk sorgfältig auszumauern und durch eine in der Böschungsneigung hergestellte, 1 *m* starke Cementmauer aus durchgreifenden Steinen derart zu armieren, dass diese Böschungsmauer bis zum gefährdeten Felsen anschliesst und demselben dadurch eine strebenartige Verstärkung bietet.

Diese Böschungsmauer ist bei der untersten Terrasse durch eine solid fundierte von der Cunette gegen den Felskopf ansteigende Quermauer abgeschlossen, von welcher abwärts an Stelle des abgestürzten Felskopfes ein Separationswerk derart herzustellen ist, dass die linksseitige Canalsohle auf weitere 20 *m* fixiert und der beschädigte Anschluss der Vorfeldversicherung wieder hergestellt werde. Die Krone dieses Separationswerkes hat 3 *m* Breite und soll vom Felskopf abfallend bis zur Höhe von 3 *m* über dem Niveau der ersten Terrasse angelegt werden.

Dieser Separationskopf ist aus den grössten Steinen gut verspannt und derart herzustellen, dass alle Steine als Binder eingelegt und ausgekeilt werden.

Der Fuss dieses Kopfes sowie die vordere Kante der Cunettensohle am Fusse der ersten Terasse ist durch eine Reihe von 3—4 *m* tief einzurammende Piloten, welche mit Querschwellen verbunden sind, zu fixieren.

Die in der Richtung der Cunette im Avisio-Bach abgelagerte Geschiebebank ist bis zum Niveau des kleinsten Wassers zu beseitigen, und sind die hiebei gewonnenen grossen Findlinge zur Herstellung einer pflasterartigen Sohlenversicherung vor der Cunette, sowie zur Ergänzung der Vorfeldversicherung an der Hauptsperre zu benützen.

Die Kosten dieses durch den k. k. Baurath Schrey angegebenen Projectes wurden von ihm mit 43.900 fl. bewertet, woraus dem mit 55.000 fl. berechneten Kostenaufwand für das Project der Bauleitung eine Ersparnis von 11.100 fl. hervorgehen sollte.

Mit h. Erlass des Ackerbauministeriums vom 12. Februar 1890, Z. 1969, wurde die k. k. Statthalterei verständigt, dass das auf Grund der Ergebnisse der am 23. Jänner 1890 vorgenommenen Localisierung verfasste Project nach dem Gutachten des Strassen- und Wasserbau-Departements im Ministerium des Innern geeignet sei, eine vollständige Abhilfe der bestehenden Gefährdung des rechtsseitigen Sperrenwiderlagers zu schaffen und sonach die Reconstruction nach diesem Projecte durchzuführen sei.

Bezüglich der Durchführung der Arbeiten bemerkt das Ackerbauministerium, dass die Herstellung der Sperren und Seitenmauern im Bereiche des Schrundes und die Durchsprengung der Cunette in dem vor dem Schrunde gelegenen Felsplateau bis zum Niveau der Terrasse IV ohne weiteren Aufschub sofort zu bewerkstelligen sei, hingegen über die definitive Festsetzung der Kronenhöhe des Separationskopfes an seinem Ausgangspunkte beim nächsten Hochwasser von der Bauleitung genaue Beobachtungen anzustellen sein werden, auf Grund deren die geeigneten Anträge im Wege der Statthalterei beim Ackerbauministerium zu stellen seien.

Was die Bedeckung der mit den Reconstructionsbauten verbundenen Kosten betrifft, so hat das Ackerbauministerium mit dem in Rede stehenden Erlasse angeordnet, dass dieselben vorläufig aus den für die Etsch-Regulierungsbauten der III. Section pro 1890 präliminarmässig zur Verfügung stehenden Mitteln zu bestreiten seien, wogegen andere in dieses Bauprogramm aufgenommene Arbeiten minder dringlicher Natur einstweilen aufzuschieben sind.

Es darf nach dem Wortlaut des genannten h. Erlasses eben nicht ausseracht gelassen werden, dass die Avisio-Sperre momentan der wichtigste Punkt der ganzen III. Section der Etsch-Regulierung sei und daher die Entscheidung über die aus Anlass der letzten Hochwasserkatastrophe etwa zu bewilligende staatliche Unterstützung nicht abgewartet werden kann.

Vom Inhalte dieses Erlasses wurde die Bauleitung mit h. Erlasse der Statthalterei vom 21. Februar 1890, Z. 4087, in Kenntnis gesetzt.

Auf Grund dieses Erlasses wurde seitens der Bauleitung die Ausführung des Projectes sofort in Angriff genommen, bezüglich der Lieferung des Holz- und Eisenmaterials sowie des Cementes Verträge mit den bezüglichen Offerenten abgeschlossen, die Mauerung aber, wegen zu hohem Angebote, in Regie begonnen.

Allein schon am 31. März trat eine Störung ein, indem sich der Wasserstand infolge der damals herrschenden warmen Witterung um ca. 1·1 *m* höher hob, als er um diese Zeit gewöhnlich betrug, so dass ein Theil des Holzgerinnes, welches das über die Sperre durch die provisorische Oeffnung in derselben abstürzende Wasser von der Vorsperre über den Steinvorgrund thalabwärts leitete, fortgerissen wurde, wodurch sich der angeschwollene Wildbach über den Bauplatz am Fusse des seitlichen Entlastungscanales ergoss, die Zufahrtswege bedeckte und den durch die Materialbank ausgehobenen Canal ausfüllte.

Hiedurch wurde eine Restringierung der Bauthätigkeit nothwendig, indem die letztere sich nunmehr lediglich auf die Fortsetzung des Mauerwerkes und die Felsensprengung im Schrunde beschränken musste.

Der den Bau vom 4. April 1890 visitierende Etsch-Bauinspector constatierte, dass die Mauerung und Steinsatzherstellung bis zur 3. Stufe im rohen beendet, der Kolk ausgemauert und mit Steinen ausgesetzt, die Pilotierung am Canale und längs des erst herzustellenden Steinvorkopfes ausgeführt, endlich die Sprengung am rechten Canalufer und am Canalbeginne begonnen war, so dass eine Verbesserung der Abflussrichtung des allenfalls in den Entlastungscanal eindringenden Wassers schon nach etwa 14tägiger Arbeit zu erwarten stand.

Zu diesem Behufe wurde die Bauleitung mit h. Erlasse der k. k. Statthalterei vom 10. April 1890, Z. 7811, angewiesen, den Abschluss der rechtsseitigen Flankenmauer im Schrunde und die Felsensprengungen zur Erzielung eines möglichst gestreckten Wasserablaufes zu forcieren.

Trotz der seither stattgehabten häufigen Regen in Südtirol und der fortwährend sciroccalen, eine rasche Schneeschmelze bewirkenden Witterung gelang es noch unter öfteren Unterbrechungen dem wiederholt bedrohlichen Wasserandrange gegenüber Stand zu halten, und schrittweise die Arbeiten zu fördern, bis in der Nacht vom 17. auf den 18. April 1890 die geschilderten Wetterverhältnisse den Wasserstand auf 2 *m* Höhe brachten, der Ableitungsdamm oberhalb der Sperre zum Weichen kam und eine Bresche von 30 *m* Länge erlitt, durch welche der Bach in den Umlaufcanal und den Arbeitsraum, die abzustufende Cunette und von hier aus in die ausgehobene Rinne im Bachbett sich ergoss.

Die Einstellung der eigentlichen Reparatursarbeiten im Canale bis zur Wiederaufnahme und Vollendung im Spätherbste 1890 war damit geboten, und da auch die Communication im Thale durch die erfolgte Zerstörung der zwei Arbeitsbrücken über den Bach ganz bedeutend erschwert erschien, so erhielt die Bauleitung mit h. Erlasse der Statthalterei vom 23. April 1890, Z. 9201, die Weisung, sich von jetzt ab nur mehr mit der Bergung des Materials, der Werkzeuge, Rollbahnen etc., der Schliessung der provisorischen Oeffnung zur Bachabkehr im oberen Sperrenkörper und der Reparatur des Sturzbodens der Sperre an der Ableitungsstelle zu befassen, endlich noch einige Aufnahmen zu besorgen und im übrigen die ausgeführten Bauten einstweilen ihrem Schicksale zu überlassen.

Während der bis dahin zweimonatlichen Arbeitsdauer wurde die gesammte Betonierung, Ausmauerung und Ausschlichtung des Kolkes beim Felskopfe und im ausgerissenen Schrunde beendet, ebenso die Pilotierung längs des Fusses des grossen Vorkopfes.

Die Seiten- und Treppenmauern im Schrunde wurden sammt der Steinschlichtung und Rippenmauerung links unter dem überhängenden Felskopfe im allgemeinen bis zur Höhe der IV. und V. Stufe hergestellt.

Die Sprengarbeiten für die Cunette oben in der Sohle des Umlaufcanales und unten rechts, wo sie sich am umfangreichsten ergaben, liessen sich soweit fördern, das eine Ablenkung des Wassers gegen den Felskopf hin nur mehr im geringen Maasse, bei grossem Wasser voraussichtlich, stattfinden konnte, bei mittlerem Wasser aber der Bach sich der im Projecte zugedachten Richtung zuwendet.

Der bis dahin erlaufene Kostenaufwand betrug 18.000 fl. Leider gestalteten sich die Witterungsverhältnisse des Etsch-Thales im weiteren Verlaufe in ganz abnormer Weise, indem schon am 30. Juni 1890 ein Hochwasser eintrat, welches bei Pfatten die Höhe von 4·25 *m*, bei Vodi an 4·40 *m* und bei Trient bei 3·45 *m* erreichte, während in der Regel die grösseren Hochwässer erst in den Monaten September, October einzutreten pflegen.

In der Nacht vom 12. auf den 13. Juli 1890 schwoll die Etsch infolge eines $1^1/_2$-tägigen Regens, der schliesslich in ein 12-stündiges Gewitter übergieng, und der im Bereiche der ganzen Südalpen die Gewässer zum höchsten Steigen brachte, auf die Höhe von 5·05 *m* beim Pegel von Centa.

Auch der Avisio machte sich durch bedeutendes Anschwellen bemerkbar. Seine Höhe über dem Grundwehre bei der Strassenbrücke von Lavis erreichte 2·8 *m* (im Jahre 1885: 3·9 *m*).

Er durchbrach den Ableitungsdamm und drang in den Umlaufcanal hinein, wodurch der Absturz eines weiteren Stückes des Felsenvorkopfes, welches schon im letzten Herbste durch einen Spalt von der Felsenmasse losgelöst war, bewirkt wurde.

Hiedurch hatte sich die Situation namentlich insoferne geändert, als der Fuss des die Sperrenflanke schützenden Felskopfes nun bis in die Höhe der Anlehnung der Vorsperre gerückt worden ist, infolge dessen auch ein Theil des Steinvorgrundes und der Pfahlwand fortgerissen wurde.

Desgleichen wurde die Vorsperre auf eine Länge von 16 *m* und eine Tiefe von 4 *m* unter der Krone blossgelegt.

Die ausgeführten Reparatursarbeiten im Canale sind nach dem Berichte der Bauleitung vernichtet. Da grosse Felsblöcke die Trümmer des abgestürzten Theiles des Felskopfes und das Vorfeld des Umlaufcanales bedeckten, war auch nicht zu ersehen, ob die Pilotagen der untersten Stufe noch bestehen oder nicht; jedenfalls ist nach Ansicht der Bauleitung von den ausgeführten Arbeiten nicht viel übrig geblieben.

Im Momente konnte nur die blossgelegte Vorsperre durch grosse Steine geschützt und durch Absprengen der rechten Felswand im tieferen Umlaufcanale, sowie durch Zersprengen einzelner das Wasser der Vorsperre ablenkender Felstrümmer ein möglichst ungefährlicher Ablauf des Wildbaches geschaffen werden, in welcher Hinsicht die Bauleitung sofort die nöthigen Weisungen erhielt.

Ueber die weiters zu treffenden Maassnahmen wurde dem Ackerbauministerium unter dem 30. Juli 1890, Z. 17.777, in dem Sinne berichtet, dass erst eine genaue Aufnahme lehren werde, ob das hochortig genehmigte Project der Reparatur des Umlaufcanales bloss zu modificieren, oder aber ein ganz neues Project zu verfassen sein werde.

Auf Grund des am 23. Juli 1890 durch Staats- und Landesorgane gepflogenen Augenscheines wurde die Bauleitung mit h. Erlasse der k. k. Statthalterei vom 30. Juli 1890, ad Z. 17.777, angewiesen, vor allem den entblössten Theil der Vorsperre durch Einwurf grosser Steine zu schützen und dem Bache durch Sprengungen und Freimachungen des Laufes nach rechts hin soweit als möglich Platz zum Ausbreiten und Verfolgen der durch die Cunette gegebenen Richtung zu verschaffen, damit seine Richtung nach links abgeschwächt werde.

Gleichzeitig wurde eine genaue Aufnahme der Situation mit Anbindung an die durch das frühere Project gegebenen Richtungslinien angeordnet.

Die starken Regengüsse in der Nacht vom 29. auf den 30. August 1890 haben genügt die Gewässer neuerlich in ausserordentlicher Weise anzuschwellen, so dass die Etsch am Pegel bei der St. Lorenzo-Brücke die Höhe von 4 *m* erreichte.

Auch der Avisio schwoll mit überraschender Vehemenz an und beschädigte die Arbeitsvorrichtungen bei der St. Giorgio-Sperre neuerlich in empfindlicher Weise.

Das Steigen des Wassers im Avisio-Wildbache vollzog sich so plötzlich und unvermuthet, dass keine Dispositionen zu den nöthigen Schutzmaassregeln getroffen werden konnten.

Bis Mitternacht war das Wasser noch klar und waren keine drohenden Anzeichen zu Befürchtungen vorhanden. Um 2 Uhr jedoch war der Wildbach schon so angeschwollen, dass der Wasserstand die Höhe von 3·2 *m* über der Krone des Grundwehres unter der ärarischen Strassenbrücke in Lavis erreichte und somit dem Stande des Hochwassers vom Herbste des Jahres 1885 nahezu gleichkam.

Die durch diesen Hochgang des Wassers an der Thalsperre verursachten Schäden bestanden in der Zerstörung der Brücke und des Zufahrtsweges, wodurch alle Arbeiten unterbrochen wurden. Die Sperre selbst scheint keine Beschädigungen erlitten zu haben, auch die Sprünge im Felskopf, welcher das rechtsseitige Widerlager der Sperre bildet, zeigen keine Veränderungen. (Fig. 80 und 81.)

Der grösste Theil des Wassers floss durch den ausgehobenen Canal im Bachbette unterhalb der Sperre und dieser hat sich auch gegen das rechte Ufer hin erweitert.

Nachdem die Jahreszeit bereits sehr vorgerückt war und zur Wiedereinleitung der Arbeit, bezw. der Herstellung der Zufahrtswege, Brücken, Rollbahnen u. s. w. mindestens 14 Tage erforderlich gewesen wären, wurde mit Erlass der k. k. Statthalterei vom 10. September 1890, Z. 20.853 und 21.048, die Bauleitung angewiesen im Sinne ihres auf die vorläufige Sistierung der Bauten abzielenden Antrages vorzugehen, wobei es ihrem Ermessen überlassen blieb, die Aussprengung des projectierten Seitencanales nach Thunlichkeit fortzusetzen.

Auf Grund dieses Erlasses wurde die für die Wasserableitung in der Sperre seinerzeit hergestellte Oeffnung provisorisch geschlossen und die Bauarbeit infolge der anhaltend hohen Wasserstände des Avisio bis auf weiteres eingestellt.

Mit Bericht der Bauleitung vom 29. October 1890, Z. 4629, wurde sodann der Statthalterei berichtet, dass inzwischen der Niederwasserstand, wie derselbe gewöhnlich im Winter zu sein pflegt, eingetreten ist, und dass in Anbetracht der vorgerückten Jahreszeit kein hohes Anschwellen des Wassers mehr zu befürchten sei, so dass sämmtliche Arbeiten wieder in Angriff genommen werden könnten.

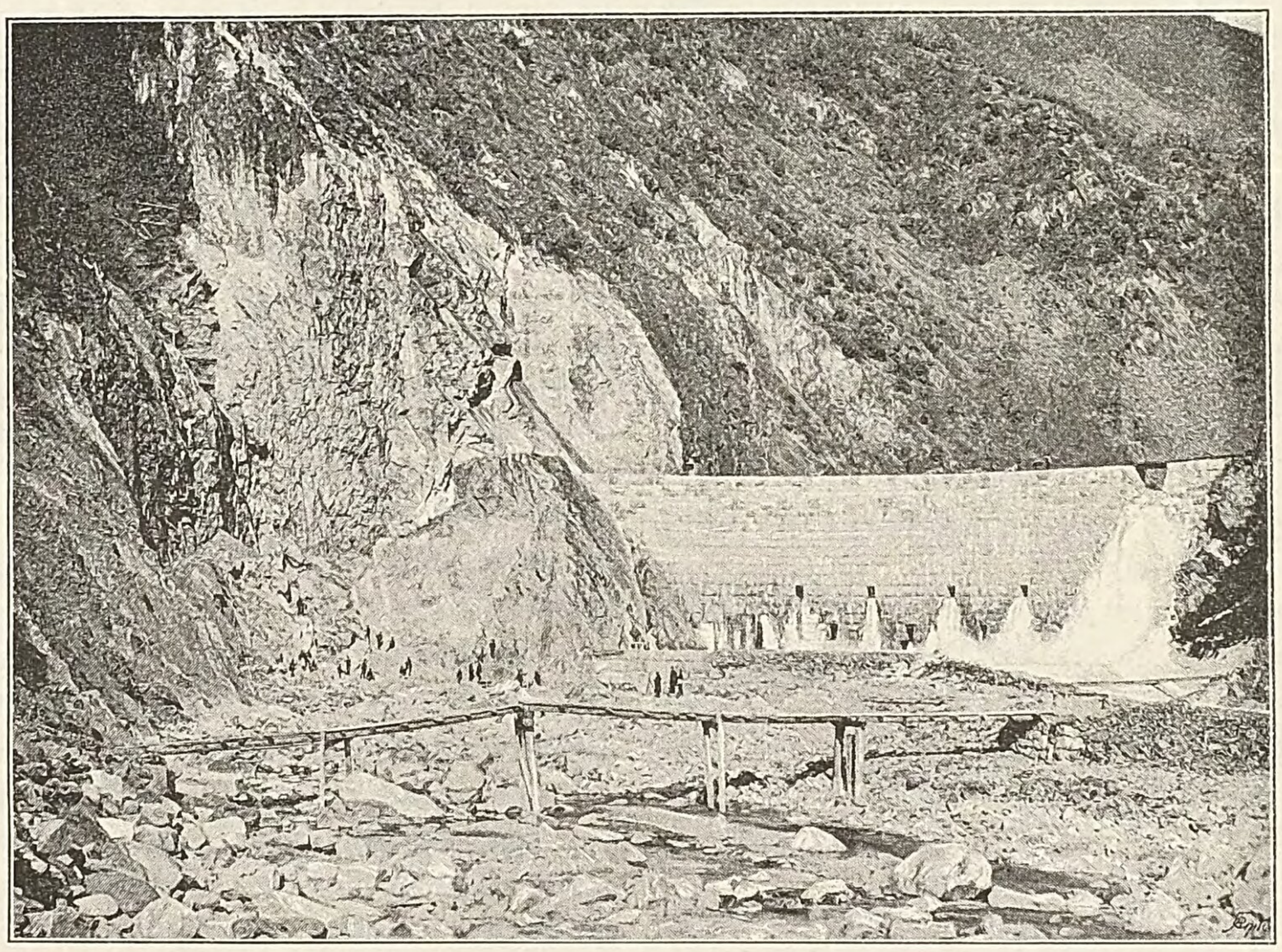
Auf Grund dieses Berichtes wurde die Bauleitung mit h. Erlasse der Statthalterei vom 9. November 1890, Z. 25.849, angewiesen, die Wasserableitung durch die in der Krone der Avisio-Sperre befindliche Oeffnung sofort in Angriff zu nehmen und die Aufnahme über den gegenwärtigen Zustand des Entlastungscanales, des rechtsufrigen Felskopfes und der übrigen Theile der Sperre und des Avisio-Bettes mit aller Beschleunigung zu beginnen und dermaassen zu fördern, dass die baldigste commissionelle Besichtigung des Bauobjectes behufs definitiver Feststellung der zur Sanierung der bestehenden Gebrechen erforderlichen Maassnahmen ermöglicht werde. Die Bauleitung wurde unter einem angewiesen, dafür Sorge zu tragen, dass es ermöglicht werde, der im December d. J. neuerlich zusammentretenden Etsch-Regulierungs-Commission bestimmte Anträge bezüglich der Avisio-Sperre vorlegen zu können. Schliesslich wurde die Bauleitung beauftragt, den Zeitpunkt der erwähnten Wasserableitung sofort und womöglich einige Tage vor Beendigung derselben, der Statthalterei anzuzeigen, damit die commissionelle Besichtigung ohne Zeitverlust veranlasst werden könne.

Damit der im December d. J. neuerlich zusammentretenden Etsch-Regulierungs-Commission, welche sich auch mit der Frage der Reconstruction der Avisio-Sperre befassen sollte, ein möglichst klares, spruchreifes Substrat geboten werden könne, erschien es geboten die Baustelle der Thalsperre und ihre nächste Umgebung durch einen geologischen Sachverständigen in der Richtung untersuchen zu lassen, ob die Klüftungen und tektonischen Störungslinien des Porphyrgesteines die Anbringung seitlicher Entlastungscanäle, sei es an der linken, sei es an der rechten Sperrenflanke überhaupt räthlich erscheinen lassen, oder ob mit Rücksicht auf die geologische Natur des Gesteines nicht andere Maassnahmen in Erwägung zu ziehen wären.

Die Statthalterei wendete sich diesbezüglich mit Note vom 11. October 1890, Z. 24.173, an die Direction der geologischen Reichs-Anstalt in Wien mit dem Ersuchen, einen mit den Localverhältnissen thunlichst vertrauten Geologen dieser Anstalt zur Vornahme der in Rede stehenden Untersuchung zu delegieren.

In Entsprechung dieses Ersuchens entsendete die geologische Reichs-Anstalt laut Zuschrift derselben vom 30. October 1890, Nr. 494, den Geologen Michael Vacek, welcher seinerzeit die geologische Aufnahme des Blattes „Trient“ der Generalstabskarte im Maasstabe von 1 : 75.000 durchgeführt hatte, daher mit den geologischen Verhältnissen der Baustelle der Avisio-Sperre bereits vertraut war.

Fig. 80.



Avisio-Sperre 1891. Reconstructionsarbeiten am eingestürzten Entlastungscanale.

Herr Vacek stellte sich bei der Statthalterei vor, woselbst ihm präcise Fragen in dem Sinne zur Beantwortung gestellt wurden, ob und welche Bedenken geologischer Natur sich gegen die eventuelle Wiederherstellung des Ableitungscanales der Avisio-Sperre am rechten Ufer, weiters gegen die Herstellung eines neuen Entlastungscanales oder eventuell auch eines Tunnels am linken Ufer ergeben würden.

In dem mit Zuschrift der Direction der geologischen Reichs-Anstalt vom 4. November 1890, Nr. 511 anhergelangten Gutachten des Geologen Vacek vom 31. October d. J., welchem auch eine Situations-Skizze beigegeben ist, charakterisiert letzterer das Gebiet der Baustelle als nach 3 Richtungen derartig geklüfteten Porphyr, dass der anstehende Fels nahezu als ein aus parallelepipädischen Blöcken, bestehendes Trockenmauerwerk angesehen werden könne.

Ueberdies werde die Baustelle, durch eine längs der tektonischen Störungslinie vorlaufende Zone zermalmten Gesteines durchsetzt, welche sich in Fortsetzung der am rechten Ufer befindlichen und für die Avisio-Sperre so verhängnisvoll gewordenen Lasse, quer über das Bachbett in das Felsplateau an der linken Sperrenflanke, erstreckt.

Bezüglich des an der rechten Sperrenflanke befindlichen und eventuell zu reconstruierenden Umlaufcanales bemerkt Vacek, dass jede Art von Unterhöhlung der Felsmassen durch weiteres Einsprengen vermieden werden müsse, um den oberhalb befindlichen Felsen nicht seiner natürlichen Unterlage und Stütze zu berauben, vielmehr im Gegentheile auf eine entsprechende Abböschung der klüftigen Massen Bedacht zu nehmen wäre.

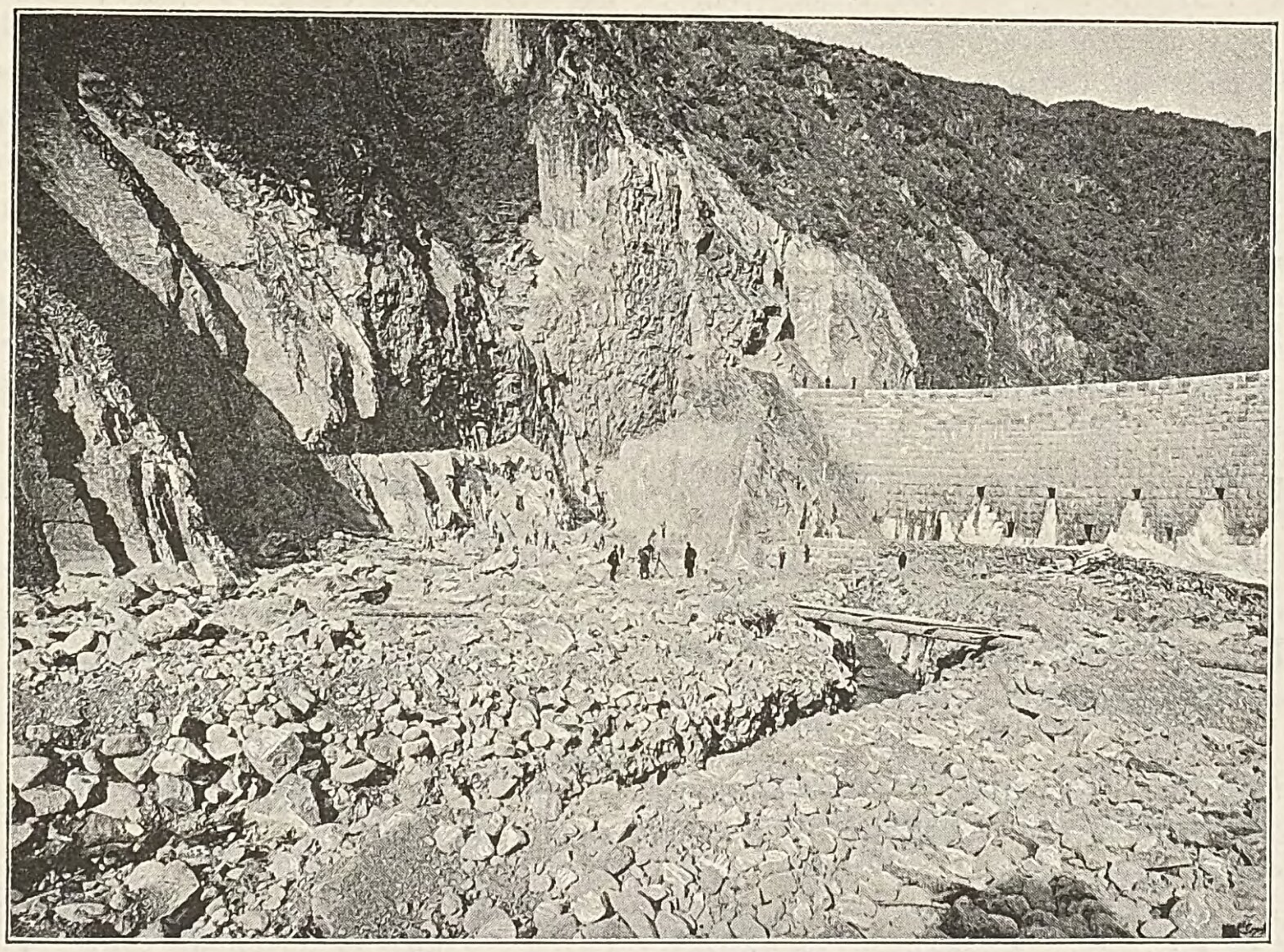
Bezüglich des eventuellen Projectes, die Sperre zu schliessen, und am linksufrigen Vorkopfe einen neuen offenen Entlastungscanal anzulegen, macht Vacek darauf aufmerksam, dass die Seitenwände eines solchen Canales jedenfalls entsprechende Böschungen erhalten müssten, ausserdem aber auf die verdrückte Störungszone, welche leicht zu ähnlichen Zuständen führen könnte, wie sie am rechten Ufer entstanden sind, durch entsprechende Ausmauerung, bezw. Absperrung des Schrundes Rücksicht zu nehmen wäre.

Dieselben Vorsichten empfiehlt Herr Vacek auch rücksichtlich der eventuellen Ausführung eines Bachtunnels durch das Felsplateau an der linken Seite der Sperre.

Dem Verfasser, welcher damals, das ist Ende des Jahres 1889 als substituierender Etsch-Bauinspector fungierte, oblag nun die Aufgabe, ein neues Project für die Reconstruction des Entlastungscanales dieses wichtigen Objectes zu verfassen.

Der Verfasser gieng hiebei von dem Grundgedanken aus, dass es sich empfehlen werde, der Canalsohle die Form einer Sinuslinie nach der Canalaxe zu ertheilen, damit der ungeheure Wassermenge von fast 1200 m^3 per Secunde bei dem Absturz über Treppen keine nachtheilige Wirkung ausüben und möglichst glatt abfliessen könne. Ueberdies sollte durch möglichst breite Anlage des Canales die Wasserkraft gemildert werden.

Fig. 81.



Avisio-Sperre 1891. Reconstructionsarbeiten am eingestürzten Entlastungscanale.

Dieses Project ist in Tafel 34, Fig. 5, 6 und 7, dargestellt. (IV. Project der Etsch-Oberbauleitung in Innsbruck vom December 1890.)

Wie daraus zu entnehmen ist, sollte der Fuss des seitlichen Entlastungscanales, insbesondere durch zwei je 10 m tiefe Vorsperren gesichert und die Sohle des Canales mit 1 m starken, in Cement gelegten und verdübelten Granitquadern gepflastert werden.

Die am 30. December 1890 in Trient zusammengetretene Etsch-Regulierungs-Commission billigte dieses Project in allen seinen Theilen, beschloss jedoch im Einvernehmen mit dem Verfasser anstatt des Granitpflasters einen doppelten Balkenbelag in der Weise anzuordnen, wie dies auf Tafel 34, Fig. 8 und 9, dargestellt erscheint. (V. Project vom December 1889.)

Dieses Project wurde vom hohen k. k. Ackerbauministerium auf Grund einer unter Vorsitz Sr. Excellenz des Herrn Ackerbauministers Grafen von Falkenhayn in Wien im Februar 1891 abgehaltenen Sitzung nur insoweit abgeändert, dass beschlossen wurde, vorläufig nur eine der projectierten beiden Grundsperren am Fusse des Canales auszuführen, weil die tiefe Fundierung zweier Sperren mit Rücksicht auf die vorgerückte Jahreszeit bedenklich erschien.

Ausserdem ordnete das hohe k. k. Ackerbauministerium über Antrag des Herrn k. k. Oberbaurathes Prenninger die Pflasterung der Canalsohle mit einer Combination eines Draht-Gitters mit Cement nach dem System Monnier an.

Anstatt der erwähnten zweiten Fussperre ordnete das hohe k. k. Ackerbauministerium die vorläufige Ausführung eines Steinkastens in der in Tafel 34, Fig. 10, und 11 dargestellten Form an.

Dieses in Tafel 34, Fig. 10 bis 12, dargestellte IV. Project ist nunmehr beendet.

Aus diesen mannigfachen Projectsstudien ist zu entnehmen, welche grosse und schwierige Aufgaben dem Ingenieure bei derartigen Bauten obliegen und mit welchen elementaren Schwierigkeiten bei den plötzlich heranbrechenden Hochwässern die Bauausführung selbst zu kämpfen hat.

Die grösste dieser Schwierigkeiten ist die kurze Bauzeit, welche nach dem Ablaufen der Herbsthochwässer etwa Mitte November, manchmal aber auch erst Ende December beginnt und schon mit den Frühjahrshochwässern zur Zeit der Gletscherschmelzen im Mai und Juni eine bedeutende Unterbrechung erleidet. Vor den Herbsthochwässern sollen aber derartige Bauten in der Regel beendet sein, ohne grossen Gefahren entgegen zu gehen.

138. Capitel.

Studien für eine eventuelle Reconstruction der Avisio-Sperre.

Anlässlich der Ueberprüfung des Regulierungsprojectes der III. Section hat Verfasser auch die Frage der Stabilität der Thalsperre von St. Giorgio am Avisio einer eingehenden Untersuchung unterzogen und hiebei zunächst befunden, dass mit Rücksicht auf die fortschreitende Sohleneintiefung unterhalb der Thalsperre schon in den nächsten Jahren die Anlage zweier Grundsperren in Erwägung zu ziehen sein wird, um eine Unterwaschung der Fundamente dieser Sperre, wie auch der Grundsperre bei Maso Frank zu verhüten.

Die eine dieser Grundsperren käme beiläufig in der Mitte zwischen die Hauptsperre und die Grundsperre beim Maso Frank, die zweite in die Mitte zwischen die letztere und die bestehende Grundsperre bei der ärarischen Strassenbrücke über den Avisio-Bach in der Ortschaft Lavis zu liegen.

Nach Herstellung dieser beiden Grundsperren und Wiederherstellung des Entlastungscanales bei der grossen Sperre dürfte im allgemeinen die letztere insoweit als genügend gesichert betrachtet werden können, als nicht etwa ausserordentliche Wassermassen dieselbe passieren und einen allzu hohen Wasserabsturz über der Sperrenkrone bilden würden, wodurch die Kraft des abstürzenden Wassers der Vorsperre und hiedurch auch der Hauptsperre gefährlich werden könnte.

Eine zweite Gefahr für den Bestand der Sperre könnte auch durch weitere Bewegungen des brüchigen Felskopfes an der rechten Sperrenflanke gebildet werden.

Gegenwärtig kann noch nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob beide erwähnten Umstände jetzt schon von so grossem Belange sind, dass sie zu sofortigen weitgehenden Maassnahmen Veranlassung geben müssten.

Um hierüber ein Urtheil fällen zu können, muss vor allem die vollkommene Fertigstellung des Entlastungscanales an der Avisio-Sperre abgewartet und seine Functionierung mit Rücksicht auf die Wasserabfuhr genau beobachtet und durch factische Geschwindigkeitsmessungen festgestellt werden.

Aus dem Vergleiche dieser Messungen mit den gleichfalls vorzunehmenden directen Messungen am Avisio-Bache, oberhalb und unterhalb der Thalsperre, wird sich die Höhe der Wassersäule ergeben, welche beim höchsten Hochwasser über der Sperrenkrone zu erwarten sein dürfte.

Ebenso wird eine genaue Beobachtung des Felskopfes an der rechten Sperrenflanke und des anstossenden Mauerwerkes zeigen, ob eine weitere Bewegung der Massen zu befürchten steht.

Sollte die obige Berechnung eine der Sperre gefährliche Wassermenge ergeben, oder der in Rede stehende Felskopf irgend eine acute Gefahr befürchten lassen, so bliebe nichts anderes übrig, als eine Reconstruction der Sperre in nähere Erwägung zu ziehen.

Die näheren Studien über eine derartige Reconstruction ergeben, dass es aus ökonomischen und Sicherheits-Rücksichten am zweckmässigsten wäre, eine solche in der Weise vorzunehmen, wie dies in Tafel 35, Fig. 6 und 7, dargestellt ist („Project für die Reconstruction der Avisio-Sperre durch Umwandlung in zwei Ueberfallswehre").

Dieses Project besteht in der Hauptsache darin, dass oberhalb der St. Giorgio-Sperre ein Grundwehr errichtet, die Hauptsperre aber um 10 *m* erniedrigt und in ein Ueberfallswehr verwandelt würde.

Beide Wehren wären nach der Sinuslinie zu formen.

Der Vortheil dieser Construction ist der, dass der Wasserabsturz, also die Hauptquelle der Gefahr, vollkommen verschwinden würde, ohne das bereits zurückgehaltene und sich noch hinter der Sperre aufbauende Geschiebe wieder in Freiheit zu setzen.

In dieser Weise hat sich Oberbaurath Semrad die zwei Avisio-Thalsperren gedacht, die im Regulierungsprojecte für die Etsch von St. Michele bis Sacco enthalten waren und die auf Tafel 35 in Fig. 8 und 9 dargestellt sind.

Es waren dies zwei flache Ueberfallswehren, von denen die eine 46 *m* an der Basis breit und 8 *m* hoch und die andere 20 *m* breit und 4 *m* hoch sein sollte.

Sollte die Wirkung der nach den erwähnten Ideen des Verfassers zu reconstruierenden Avisio-Sperre in Hinkunft noch vergrössert werden wollen, was im Interesse der Etsch-Regulierung in Zukunft gewiss noch erforderlich werden wird, so wird es bei diesem System ein leichtes sein, durch Aufbau eines weiteren Grundwehres oberhalb denselben Effect zu erzielen, wie er sonst nur durch eine Erhöhung der Sperre hervorgebracht werden könnte.

Die Kosten dieser Reconstruction würden 173.000 fl. betragen.

Ausserdem hat Verfasser noch mehrere Varianten zur Reconstruction der Avisio-Sperre studiert, welche jedoch alle minder ausführbar und weitaus kostspieliger als das bereits erwähnte Project erscheinen. Es sind dies folgende Varianten, deren Details aus Tafel 35, Fig. 1 bis 9, zu ersehen sind.

1. Die Umwandlung der Avisio-Sperre in ein Ueberfallswehr von Stein, wobei nur der oberste, für die Geschiebehaltung belanglose, 5 *m* hohe Theil der bestehenden Sperre abgetragen würde.

Die Oberfläche des Wehres würde nach der Sinuslinie geformt, wie dies in Tafel 35, Fig. 3, ersichtlich ist. Der Wehrkörper selbst würde auf diese Weise gebildet, dass vor die bestehende Vorsperre ein 20 *m* breiter gemauerter Wehrfuss gesetzt würde, von welchem sich ein Tonnengewölbe zur bestehenden Vorsperre spannt, während ein zweites Tonnengewölbe den Raum zwischen der bestehenden Vorsperre und der zu erniedrigenden Hauptsperre überbrückt.

Der Raum zwischen diesen Gewölben und der Sinuslinie, nach welcher das so zu bildende flache Wehr gestaltet würde, wäre auszumauern, wobei die Oberfläche des Wehres mit Granitquadern in Cement zu pflastern wäre.

Anstatt diese Gewölbe ganz auszuführen, könnten auch nur Pfeiler hergestellt und zwischen diesen die Wehroberfläche aus eisernen Traversen und einem doppelten Balkenbelag gebildet werden.

Diese Construction ist es, welche in Tafel 35, Fig. 3, dargestellt erscheint.

Die Kosten dieser Variante belaufen sich auf 425.000 fl.

2. Eine ganz ähnliche Variante hat Verfasser auch in Eisen projectiert, wobei ebenfalls die Sperre um 5 *m* erniedrigt und mit einem unterhalb der Sperre auszuführenden 20 *m* breiten Wehrfusse mit Hilfe von Eisenconstructionen zu einem flachen Ueberfallswehre mit sinusförmiger Oberfläche verwandelt würde.

Die hiezu erforderlichen Unterbauarbeiten würden 240.000 fl. kosten. Die Construction ist in Tafel 35, Fig. 4, dargestellt.

Der eiserne Fallboden des Wehres besteht aus schmiedeisernen Fachwerksconstructionen in Entfernungen von je 3 *m*, auf welchen T-förmige Querträger ruhen.

Die letzteren dienen zur Unterstützung eines Belages von Zorès-Eisen, deren Zwischenräume mit Beton ausgestrichen sind, auf denen der aus einer doppelten Balkenlage bestehende Belag mittelst Schrauben befestigt ist.

Das Gewicht der Eisenconstruction beträgt 11.025 *q*, wofür die Oesterreichische alpine Montangesellschaft ein Offert von 275.625 fl. vorgelegt hat, so dass sich einschliesslich der Kosten der Unterbauarbeiten von 240.000 fl. und der Nebenauslagen von 50.000 fl. die Gesammtkosten dieser Variante mit 565.625 fl. stellen würden.

3. Einem weiteren Studium wurde auch die Möglichkeit unterzogen, den Avisio-Bach durch den linksufrigen Felskopf bei der Avisio-Sperre zu führen, was durch einen Tunnel oder einen Einschnittscanal erfolgen könnte.

Die Idee eines Tunnels stiess auf mehrere Schwierigkeiten. Vorerst liegt die Gefahr nahe, dass sich ein solcher Canal durch Wildholz bei Hochwässern leicht versperren und durch Geschiebe vertragen könnte; überdies aber müssten die Dimen-

sionen desselben so grosse sein, dass jedenfalls nur ein offener Einschnitt discutierbar wäre.

Die Idee eines solchen tiefen, offenen Einschnittscanales durch den linksseitigen Vorkopf, welcher ein förmliches Plateau an der linken Sperrenflanke bildet, ist nicht mehr neu.

Schon der k. k. Oberbaurath Martin Kink entwarf ein ähnliches Project, welches in Tafel 35, Fig. 1 und 2, dargestellt erscheint.

Nach Kink sollte etwa 100 *m* bachaufwärts der heutigen Thalsperre eine nichts weniger als 40 *m* (18·8 Klafter) hohe Sperre quer über den Avisio erbaut worden, während das sämmtliche Wasser des Avisio durch einen offenen Einschnittscanal durch das Felsplateau an der linken Sperrenflanke abgeleitet werden sollte. Die Sohle des Einschnittscanales war ca. 8 *m* (4 Klafter) unter der Sperrenkrone projectiert, so dass der Einschnitt etwa 15 *m* tief, also leicht auszuführen gewesen wäre.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse bei der jetzigen Sperre, welche nur 19 *m*, also nur einhalbmal so hoch ist, als die von Kink projectierte, indem sich jetzt der Einschnittscanal um ebensoviel tiefer ergeben, also ganz undiscutierbar werden müsste.

Wollte man daher die Idee eines solchen Einschnittscanales weiter verfolgen, so müsste der letztere in dieselbe Lage hinaufgerückt werden, wie ihn seinerzeit Kink projectierte.

Dies kann auf doppelte Weise geschehen, entweder, dass die jetzt bestehende Sperre erhöht, oder etwa 150 *m* bachaufwärts derselben eine zweite Sperre hergestellt würde.

Von diesen Varianten kommt selbstverständlich nur die zweite in Frage, da an eine so bedeutende Verstärkung der ohnehin nicht reichlich profilierten Sperre nicht gedacht werden kann.

Diese Idee ist in Tafel 35, Fig. 5, dargestellt.

Hiernach könnte dann der Einschnittscanal durch den linksufrigen Vorkopf in derselben Weise hergestellt werden, wie ihn Kink projectierte und würde das neue Project obendrein eine wesentliche Verbesserung des Kink'schen Projectes darstellen, indem dann statt einer einzigen 40 *m* hohen Sperre zwei staffelförmig angeordnete Sperren zu je 20 *m* vorhanden wären, was in jeder Hinsicht nur ein Vortheil wäre.

Die jetzige Avisio-Sperre würde dann gewissermaassen nur als Vorsperre functionieren und mit den Fluten des Avisio gar nicht in Berührung kommen, so dass der jetzige Umlaufcanal nur als Reserve dienen würde, übrigens auch geschlossen werden könnte.

Von höchster Bedeutung wäre die Fähigkeit dieser Anlage rücksichtlich der Geschiebezurückhaltung, also des Hauptzweckes, der mit dem Bau der Avisio-Sperre erreicht werden soll und auch in so hohem Maasse bereits erreicht worden ist.

Aber noch in einem Punkte müsste sich ein solches Project von dem ehemaligen analogen Projecte Kink's unterscheiden.

Kink beabsichtigte den Einschnittscanal mit geringem Gefälle zu führen und die gesammten Wassermassen des Avisio sodann senkrecht in das Avisio-Bett abstürzen zu lassen. Er erhoffte hievon nebenbei einen grossartigen Landschaftseffect, der gewiss eine Sehenswürdigkeit ersten Ranges, besonders bei Hochwässern des Avisio gewesen wäre. Er vergass aber vollständig auf die brüchige Natur des berüchtigten Porphyrs, welche seit dem Baue der Brennerbahn und den fortwährenden Abstürzen im Eisack-Thale im schlechtesten Andenken ist und übersah, dass ein solcher Absturz, wie er ihn plante, den Felscanal selbst und zwar thalaufwärts nach und nach zerstören und zu einer Katastrophe führen müsste, wenn der Canal nicht nach einem sich curvenförmig verflachenden Gefälle angelegt und nicht abgepflastert hergestellt würde.

Dies müsste also bei der Ausführung jedenfalls berücksichtigt werden, worauf die Lösung vom technischen Standpunkte vielleicht die glücklichste wäre, die überhaupt getroffen werden kann.

Leider stellen sich dieser Idee die enormen Ausführungskosten von 650.000 fl. entgegen.

Diese Ausgabe kommt übrigens nicht in Frage, denn aus den obigen Darstellungen ist zu entnehmen, dass, falls im äussersten Falle die Reconstruction der Avisio-Sperre sich als unvermeidlich zeigen sollte, was noch keineswegs behauptet werden kann, dies nicht Millionen erfordern würde, wie dies häufig gehört worden ist, sondern lediglich den Betrag von 173.000 fl.

Es liegt also kein Grund vor, an der Bestandfähigkeit dieses Objectes zu verzweifeln, oder gar, wie dies von einer Seite angestrebt wird, sie durch Sprengung zu zerstören, um den plötzlichen Einsturz derselben im Falle einer Hochwasserkatastrophe und den damit verbundenen plötzlichen Geschiebevorstoss zu verhindern.

Scharfe Aufsicht der Localorgane und rasche Entschlossenheit im geeigneten Augenblicke werden aber nothwendig sein, einer Gefahr rechtzeitig vorzubeugen.

Immerhin ist die Gefahr nicht zu unterschätzen, wenn man bedenkt, dass der plötzliche Einsturz der Sperre im Falle eines Hochwassers nach den Erfahrungen, welche im Jahre 1882 an der Cantanghel-Sperre gemacht worden sind, die Entleerung des ganzen hinter der Sperre abgelagerten Geschiebes und dadurch voraussichtlich eine zerstörende Katastrophe von geradezu unabsehbarer Tragweite für die Stadt Trient, den Ort Lavis, das Etsch-Thal, die Südbahn und die Reichsstrasse verursachen müsste.

Solchen Eventualitäten gegenüber ist gewiss der einzig mögliche und richtige Standpunkt derjenige, dass die Sperre um jeden Preis erhalten werden muss.

VIII. THEIL.

Schlussbetrachtungen über die Regulierung der Gebirgsflüsse.

139. Capitel.

Allgemeines über die Regulierung der Gebirgsflüsse.

Wohl kaum ist jemals ein Decennium verflossen, welches den Bewohnern der grossen und fruchtbaren Thäler der Etsch, des Rheines, der Drau und aller Flussthäler Europas überhaupt in so traurigem Andenken steht, wie es das vergangene vorletzte Decennium des neunzehnten Jahrhundertes war.

Die Jahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 brachten dem Etsch-Thale grosse Ueberschwemmungen, deren rasche Aufeinanderfolge Schrecken verbreitete und das Vertrauen in die mit grossen Opfern des Staates, des Landes Tirol und der Interessenten hergestellten Regulierungswerke auf eine harte Probe stellte.

Wir sprechen nicht von jenen blinden Massen, welche mit ungeschultem Urtheile unter dem gewaltigen Eindrucke der furchtbaren Ereignisse die Ursache derselben in dem Allernächsten suchen, das sich ihren Augen entgegenstellt, das ist in dem Eingriffe der Menschenhand in das Regime des Flusses und welche allerwärts leicht auftauchenden Schlagworten folgend, ohne zu prüfen, alles verurtheilen, was die weise Obsorge menschlichen Geistes gerade zum Schutze gegen diese Verheerungen durch Decennien planvoller und mühsamer Arbeit aller Betheiligten errichtete. Für diese Elemente ist nur der augenblickliche, momentane Erfolg entscheidend und einige Jahre mit geringen Niederschlägen und daher auch fehlenden Hochwasserverheerungen werden genügen, dieselben zu beruhigen und vom Gegentheil dessen zu überzeugen, was sie heute als unumstössliche Wahrheit anzusehen sich bemüssigt glauben.

Es sind aber auch bessere, denkende Elemente, welche sich angesichts der Ereignisse des letzten Decenniums die Frage aufwerfen, welche Lehren aus denselben für die Zukunft zu schöpfen und welche Systeme bei künftigen Regulierungs-Actionen und bei der Fortsetzung im Zuge befindlicher Werke einzuhalten seien, um den berechtigten Erwartungen des Staates und der Länder und den Bedürfnissen der Bevölkerung in geeignetster Weise zu entsprechen.

Es kann daher immerhin als ein nützliches Unternehmen angesehen werden, diese Fragen einer vorurtheilslosen, sachlichen Erörterung zu unterziehen. Zweierlei Fragen sind es vor allem, welche einer Beantwortung bedürfen, nämlich diejenige, ob die Ueberschwemmungen in der neuesten Zeit thatsächlich stärker und häufiger auftreten, als dies früher der Fall war und wenn dies wirklich eintreffen sollte, aus welchen Ursachen dies geschieht.

Bezüglich der ersten Frage gilt es vor allem einer Meinung entgegenzutreten, welche nicht darum so allgemein verbreitet ist, dass sie irgend welche Berechtigung hätte, sondern lediglich deshalb, weil sie in allgemeinen Eigenschaften des menschlichen Geistes begründet ist; es ist dies die Meinung, dass Ueberschwemmungen in älteren Zeiten seltener stattfanden und erst in neuerer Zeit, sei es infolge von Flussregulierungen, Entwaldungen u. dergl. häufiger auftreten.

Diese irrige Meinung ist durch die Statistik aller Flüsse, welche oft bis zur Römerzeit und darüber hinaus reicht, sowie durch die wissenschaftlichen Ergebnisse der Hydrotechnik in so hohem Maasse widerlegt, dass die weitaus überwiegende Mehrzahl aller Autoritäten des Wasserbaues hierüber nicht mehr im Zweifel ist.

Schon Dupuit schrieb ganz richtig, dass die Klagen der Uferbewohner bei den alljährlich vorkommenden, wenn auch zweifellos schädlichen Hochwässern nicht laut werden, weil die betreffenden Grundbesitzer diesen Zustand seit jeher kannten, und mit Rücksicht auf den verkleinerten Ertrag der Gründe, die letzteren auch billiger erstanden. Die mittleren Hochwässer, welche schon Grundstücke erreichen, die häufiger verschont geblieben sind, beginnen schon die Klagen zu wecken; nachdem aber solche Schäden noch in aller Erinnerung sind und ihnen daher einigermaassen Rechnung getragen wird, so gewinnen die Klagen keinen besonderen Umfang. Ganz anders ist es bei grossen, ausserordentlich selten auftretenden Hochwässern; die Besitzer, welche sich gewöhnt haben aus den Grundstücken von jeher ihren Nutzen zu ziehen und sich an die letzte gewaltigste Elementarkatastrophe oft nicht mehr erinnern, sehen sich plötzlich neuen Verhältnissen gegenüber, auf welche sie nicht gerechnet hatten und welche ihren wirtschaftlichen Ruin begründen können. Es ist dann begreiflich, wenn eine derartige Katastrophe als etwas Niedagewesenes und Neues empfunden und geschildert wird.

Dieser Schicksalsschlag ist umso grösser, als grosse Wälder und Auen, die in früheren Decennien grossen und reichen Besitzern gehörten, infolge der zunehmenden Bevölkerung in zahlreiche Parzellen von Ackerfeldern und Wiesen verwandelt worden sind, an deren jeder der Lebensunterhalt vieler menschlicher Wesen hängt und je kleiner die Scholle nahrungbringender Erde ist, welche der unverhofften Zerstörung anheim fällt, desto grösser ist auch die Hilfsbedürftigkeit und der Jammer der Betroffenen.

Hiezu kommt noch, dass in früheren Zeiten Ueberschwemmungen wegen des Mangels der Presse, der Telegraphen und

der Eisenbahnen wenig bekannt und bald vergessen wurden, während diese grossen Erfindungen der Menschheit nun auch die Nachricht der kleinsten Schäden in entferntesten Thälern über die ganze gebildete Welt verbreiten und allerwelts den Hilferuf in zumeist wirksamer Weise erschallen lassen.

Wird weiters erwogen, welche Fortschritte die Statistik und die Verwaltung in neuerer Zeit gemacht hat, so wird es begreiflich, dass die Nachrichten über Ueberschwemmungen in neuerer Zeit diejenigen aus vergangenen Decennien und Jahrhunderten weitaus überflügeln, ohne deshalb irgendwie einen Beweis für die vermeintliche grössere Häufigkeit dieser Naturerscheinungen in unseren Tagen bilden zu können. Schon im Jahre 1744 schrieben Chiesa und Gambarini über die Haltlosigkeit der damals aufgetauchten Behauptung, dass die Ueberschwemmungen der Tiber in Rom häufiger vorkämen als früher, und bewiesen auf historischer Grundlage, dass diese Schäden zu den Zeiten der Kaiser und Consuln viel stärker aufgetreten seien.

Die Schriften Tevadi's, Muratori's und Ghioja's beleuchten in furchtbarer Weise die vermeintlich in früheren Jahrhunderten besseren Zustände am Po und Mincio.

Einer der ersten Hydrauliker Italiens, Professor Nazzani in Rom, beschäftigt sich diesbezüglich eingehend mit den Flüssen Italiens. Nach ihm hatte die Etsch in Oberitalien seit 1500—1883 97 Hochwässer mit Ueberschwemmungen, von denen 30 auf das sechzehnte, 32 auf das siebzehnte, 28 auf das achtzehnte Jahrhundert und nur 7 auf die letzten 82 Jahre entfallen.

Der Po hatte nach demselben Autor vom Jahre 1440 bis 1883 160 Hochwässer und Ueberschwemmungen, von denen 23 auf das fünfzehnte, 62 auf das sechzehnte, 25 und 29 auf das siebzehnte und achzehnte Jahrhundert und nur 20 auf die letzten 83 Jahre entfallen.

Aehnlich ist es aber an allen Flüssen, deren Statistik das Ueberwiegen der Ueberschwemmungen in früheren Zeiten im allgemeinen feststellt, wie dies auch durch die seither erfolgten mannigfachen Regulierungen erklärlich ist.

So feststehend diese Thatsache ist, so muss doch anderseits zugegeben werden, dass im letzten Decennium dennoch abnorme Hochwasserstände in rascherer Folge auftraten, als dies seit den Ueberschwemmungen der vierziger Jahre und derjenigen des Jahres 1868, ja im ganzen neunzehnten Jahrhunderte vorgekommen ist. So überschritt die Etsch, welche am Trienter Pegel seit dem Jahre 1844—1882 also im Verlaufe von 38 Jahren die Höhe von 5 *m* nur einmal, nämlich im Jahre 1868 erreichte, diesen Wasserstand viermal im Zeitraum von 1882—1890.

Diese Thatsache wird von nicht genügend Eingeweihten in dem Sinne erklärt, als ob sich die Sohle der Etsch infolge der Geschiebeführung gehoben und dadurch zum Steigen der Hochwasserstände Veranlassung geboten hätte, was wieder als Zeichen der Schädlichkeit der Hochwasserdämme dargestellt wird.

Diese Beweisführung stellt sich aber als unzutreffend dar, denn einerseits hat sich das Flussbett der Etsch seit Inangriffnahme der Regulierung, das ist seit dem letzten Decennium nicht nur nicht erhöht, sondern im Gegentheil bedeutend eingetieft, anderseits ist die relativ auffällige Höhe der Hochwasserstände im letzten Decennium durch den Parallelismus der im selben Verhältnisse vergrösserten Regenmengen und die diesbezügliche Uebereinstimmung allgemeiner kosmischen Erscheinungen in befriedigendster Weise erklärt.

Einwendungen gegen das System der Hochwasserdämme werden so häufig, wenn auch fast nie von den directen Interessenten, die ihren Vortheil mit gesundem Sinne erfassen, vorgebracht, dass es keine überflüssige Aufgabe ist, sich mit denselben zu befassen. Forderte doch die Bevölkerung und die Interessenten mit Recht eine Beruhigung über ausgesprochene Zweifel und eine Rechtfertigung über die richtige Verwendung der vom Staate, dem Lande und den Interessenten für die Regulierung verausgabten Gelder.

Oft wird die Definition des Systems der Hochwasserdämme in der Weise gegeben, dass hiebei der Fluss durch geschlossene, den letzten Hochwasserstand überragende Dämme weitergeführt, gewissermaassen nur eingefasst wird.

Diese Definition ist aber selbstverständlich nicht richtig, denn die Regulierung eines Flusses nach dem System der Hochwasserdämme begreift keineswegs bloss die Umschliessung des Flusses mit diesen Dämmen in der Weise wie dies etwa bei Teichen der Fall ist, sondern setzt stets die Geradelegung fehlerhafter Flusskrümmungen, die Schaffung eines regelrechten Flussschlauches für Hoch-, Mittel-, mitunter auch für Niederwässer, die Befestigung der Ufer, die Herstellung eines der Stromgeschwindigkeit und der Geschiebeführung entsprechenden Ausgleichsgefälles, die thunlichste Eintiefung des Flussschlauches und die Senkung des Wasserspiegels voraus. Mit einem Worte, der Fluss muss vorerst normalisiert und reguliert werden, bevor an die letzte Vervollständigung des Regulierungswerkes, das ist an den Schutz der Thalgründe gegen Ueberschwemmungen durch Hochwässer durch Anlage der dazu dienlichen Mittel, das ist der Hochwasserdeiche gedacht werden kann.

Wo der Unterschied zwischen der Wasserconsumtion bei mittleren und Hochwässern kein grosser ist, wie dies verhältnismässig eher im Flachlande der Fall ist, dort können selbst die Hochwasserdämme unmittelbar auf die Normalisierungsbauten aufgesetzt werden, so dass beide gewissermaassen zu einem Ganzen verschmelzen und die eigentliche Normalisierung sich dem Auge des Beschauers entzieht. Es entsteht auf diese Weise das unter dem engeren Fachnamen „Hochwuhrsystem" bekannte Flussregulierungssystem, welches unter der oberwähnten Voraussetzung seine volle Berechtigung hat, denn die Richtigkeit des Durchflussprofiles eines Flusses ist durch das richtige Verhältnis zwischen der Breite des Flussschlauches und der Wassertiefe in demselben bedingt, ein Verhältnis, welches am zweckmässigsten gut functionierenden natürlichen Profilen des unregulierten Flusses abgelauscht zu werden pflegt. Da nun die Hochwuhren eine flache wasserseitige Böschung besitzen, die zumeist talusartig abgepflastert ist, so ist es klar, dass bei steigendem Wasserstande, somit bei zunehmender Wassertiefe auch die Breite des Wasserspiegels wächst und bei Wahl günstiger Verhältnisse, die Relation zwischen Breite und Tiefe sowohl bei Mittel- als bei Hochwässern eine gleiche sein kann. In diesem Falle würde sodann dasselbe durch Hochwuhren eingeschlossene Flussprofil als ein für alle Wasserstände zweckmässiges und entsprechendes angesehen werden müssen.

Theoretisch ist dieser Zustand durch Wahl des durch Woltmann ermittelten parabolischen Querprofiles in geradezu idealer Weise zu erreichen, daher die Zweckmässigkeit des Hochwuhrsystemes nicht nur für den besonderen Zweck des Schutzes des Binnenlandes vor Ueberschwemmungen, sondern auch für die systematische Normalisierung und Regulierung für jeden Hydrotekten wohl ausser Zweifel steht.

Diese Profile werden denn auch in allen Ländern, wo es die Verhältnisse eben erheischen, mit bestem Erfolge verwendet, insbesondere in Gebirgsländern, wie in der Schweiz, Tirol u. s. w.

Ist jedoch der Unterschied zwischen den bei Mittel- und bei Hochwasser im Flussschlauche zum Abfluss gelangenden Wassermassen ein sehr bedeutender, wie dies namentlich in

Gebirgsländern der Fall ist, wo das Hochwasserquantum oft ein Mehrhundertfaches des Niederwassers beträgt, dann werden die Hochwasserdämme von den Normalisierungsbauten landeinwärts zurückgesetzt, damit sowohl das Hochwasser- als auch das Mittelwasserprofil das zur gehörigen Eintiefung des Flussschlauches und zur Abfuhr der Geschiebe erforderliche erfahrungsmässige Verhältnis erhalte.

Es entsteht auf diese Weise das sogenannte „Doppelprofil", wie es allerorts mit bestem Erfolge angewendet wird und mangels anderer Mittel zur Regulierung der Flüsse und gleichzeitigem Schutze der Thalgründe vor Ueberschwemmungen nicht anders zur Verwendung gelangen kann.

Dies ist das auch in Tirol, insbesondere an der Etsch, der Drau und zahlreichen anderen Flüssen mit allerdings nur relativ gutem Erfolge angewendete Flussregulierungssystem, welches auf Grund der Gutachten der gewiegtesten in- und ausländischen Autoritäten im Wasserbauwesen gewählt worden ist.

So wurde insbesondere das Profil für die I. Etsch-Regulierungs-Section, das ist für die Strecke von Meran bis Bozen, nach den Anträgen der Ingenieure Böhm und Schwind von einer eigenen Commission des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien geprüft und modificiert und seither in fachwissenschaftlichen Werken ersten Ranges nur in günstiger Weise kritisiert. Die Profile der ganzen Etsch-Regulierung wurden unter Mitwirkung des schweizerischen Ober-Bauinspectors Adolf v. Salis, der k. k. Oberbauräthe Ritter v. Hochenburger, Ritt, Ritter v. Feder, Prenninger, früher auch der k. k. Oberbauräthe Ritter v. Kink, Semrad und zahlreicher anderer mit den Flussverhältnissen der Etsch wohlvertrauter Fachmänner und Interessenten in gewissenhaftester Weise erwogen und stehen auch heute noch, trotz der durch die meteorologischen Ereignisse des letzten Decenniums nothwendig werdenden Vergrösserung der Wasserconsumtion im Principe als unbestritten richtig und zweckentsprechend da.

Die Regulierung der Tiroler Flüsse, insbesondere der Etsch und der Drau nach diesem Systeme ist also durchaus nicht etwa eine blosse Einfassung des Flusses mit Hochwasserdämmen, mit Ausserachtlassung der eigentlichen Normalisierung des Mittelwasserschlauches, wie dies von Unkundigen mitunter vermuthet wird. Eine derartige blosse Einfassung ist nur bei Teichen denkbar, wäre aber auf Flüsse angewendet nur die Parodie einer Flussregulierung, welche ausgeführt zu haben den diesbezüglichen Fachmännern des Staates, des Landes und der Interessenten gewiss nicht zugemuthet wird.

Am wenigsten handelt es sich überdies bei der Anlage von Hochwasserdämmen darum, die letzteren etwa lediglich so anzulegen, dass sie bloss etwa den letzten Hochwasserstand überragen, vielmehr werden bei Bestimmung der den Dämmen zu ertheilenden Höhe sämmtliche überhaupt vorhandene Erfahrungen über die Hochwasserstände ganzer Decennien und Jahrhunderte, so weit sie überhaupt vorhanden sind, gesammelt und die Dammkrone selbstverständlich über dem bekannten höchsten Hochwasser angelegt.

Es wird mitunter auch die Ansicht gehört, dass das System der Hochwasserdämme, namentlich in Gebirgsländern, mit Schwierigkeiten und Nachtheilen verbunden sei. Dies ist aber unrichtig.

Der Hauptgrund, aus welchem Dämme angelegt werden, ist hauptsächlich derjenige, die Ortschaften und Culturen gegen die verheerende Wirkung des Hochwassers zu schützen. Diese verheerende Wirkung ist aber offenbar umso grösser, je grösser das Gefälle und daher auch die zerstörende Kraft des Wassers und je grösser die Gefahr einer Vermurrung und Versandung der Grundstücke ist; beides tritt eben im Gebirge am meisten auf; hier rast die Hochflut wegen des noch überaus grossen Thalgefälles zerstörend herab, wobei sie anstatt, wie oft vermeint wird, die Grundstücke mit düngendem Schlamme zu colmieren, die fruchtbare Erdkrume fortreisst oder meterhoch mit unfruchtbarem Schotter und Sand bedeckt, hier hat die mehrere Meter hohe Wassersäule eine solche Kraft, dass die Preisgebung des Thales an die Ueberschwemmungen durch die Hochwässer der Zerstörung der Ortschaften, Fluren, Communicationen und überhaupt jeder Cultur gleichkommen würde.

„Ohne Deiche," sagt Professor Schlichting in Berlin, eine der ersten, gegenwärtig lebenden Autoritäten des Wasserbaues, „ist ein Schutz der Niederungen gegen Störung ihrer Be„wirtschaftung für die absehbare Zukunft nicht denkbar."

„Ist dies," fügt der berühmte, und mit den Etsch-Flussverhältnissen so innig vertraute Geograph Karl Sonklar, Edler v. Innstaedten hinzu, „schon für den Rhein und für die Elbe „richtig, deren Gefälle so gering sind, wie erst für die Etsch „in Südtirol, die zwischen Meran und Trient nach dem „Verhältnisse 1 : 730 fällt und deren Geschwindigkeit bei „Hochwasser bis auf 4 *m* in der Secunde und noch darüber „steigt. Hat nicht dieser Fluss im vorigen Jahre, nachdem „er den Damm bei Leifers durchbrochen, mit dem Haupt„theile seiner Wasser und in rapider Strömung, seine „Richtung über die Felder von Leifers, Branzoll und Auer „genommen und hier allerdings eine Auflandung von 2—3 *m* „Höhe vollbracht, aber eine solche, die grösstentheils nur „aus trockenem Geröll besteht, das jede Cultur für immer „oder im besten Falle für Jahrzehnte ausschliesst. Sicher „war es nicht erst der Dammbruch bei Leifers, der die „Fluten der Etsch mit Geröllen belud; auch die Hochwasser„dämme waren es nicht; denn schon vorher hatte sich die „Gegend bei Bozen in einen See verwandelt und die Schutt„ablagerung setzte sich im Binnenlande fort, als auch schon „das ganze Thal bis über Auer von einem Berge zum anderen „überflutet war. Auch ist das Flussbett in dieser Strecke „nicht höher, als das Land nebenan. Der Tagliamento ist „im Unterlaufe nicht von Dämmen eingeschlossen und doch „hat er von Gemona bis Latisana einen Landstrich von 65 *km* „Länge und 2—4 *km* Breite vollständig vermurrt und jeder „Cultur unzugänglich gemacht. Man sieht, dass hier, wie „an der Etsch nicht die Einschränkung des Hochwasser„bettes, sondern das übermässige Gefäll die Schuld an der „Verwüstung trägt."

„Wer aber würde," fährt Sonklar fort, „unter diesen „Umständen das Uferland für den Zweck des Auflandens „der Discretion der Etsch übergeben und die Dämme be„seitigen wollen, jene Dämme, die bis jetzt in so vielen „Fällen das Land vor dem Verderben schützten? Die Etsch „steckt hier noch zu tief im Gebirge, fliesst noch viel zu „rasch und ist bei Ueberschwemmungen für Sinkstoffe „grossen Calibers noch viel zu transportfähig, als dass man „von ihren Hochwässern eine gesunde Colmation erwarten „dürfte."

Sonklar hebt daher gerade die Gebirgsnatur des Etsch-Thales als einen Umstand hervor, welcher die Anlage der Hochwasserdämme gebieterisch erfordert.

In derselben Weise erklärt auch Baurath Garbe, Professor für Wasserbau am Polytechnicum zu Hannover, in seinem Lehrbuch über Deichanlagen, die letzteren gerade dort als besonders empfehlenswert, wo sie sich im Interesse der Flussregulierung als unbedingt nothwendig erweisen, was nach seiner Ansicht eben in den o b e r e n T h e i l e n des Flussgebietes der Fall ist, während in den unteren Flussgegenden bei nicht bedeutender Breite der Niederungen die Nothwendigkeit der Eindeichung weniger hervortrete, als im gebirgigen Oberlaufe.

Es bedarf aber in dieser Hinsicht wohl kaum der Citate, deren man so viele haben könnte, als es Schriften competenter Fachmänner gibt, um die Wichtigkeit der Hochwasserdämme gerade für den im Gebirge liegenden Oberlauf der Flüsse zu erweisen, genügt es doch auf die Ursachen zurückzugehen, aus denen Dämme überhaupt gebaut werden. Diese Ursachen sind in erster Reihe der Schutz der Thalniederung vor den zerstörenden Einflüssen des Hochwassers und der Geschiebeablagerungen, welche eine höhere Cultur des Thales unmöglich machen. Dass aber diese Ursachen, insbesondere wegen des im Gebirge grösseren Gefälles der Flüsse und der grösseren Menge, sowie der Qualität des noch vorwiegend groben Geschiebes im Gebirge thätiger sind, als im Unterlaufe, ist an und für sich klar.

Oft werden gegen die Anwendung des Hochwassersystemes auch die grossen Kosten desselben ins Treffen geführt. Dass diese Kosten gross sind, ist allerdings richtig, allein dem zu widersprechen wird auch gar nicht beabsichtigt, denn nicht die absoluten Kosten einer Flussregulierung sind es, welche bei einem solchen Unternehmen in Frage kommen, sondern vielmehr das Verhältnis der Kosten zu dem durch dieselbe erzielten Nutzen. Für denselben Fluss ist oft die Ausgabe einer Million als nahezu hinausgeworfen zu betrachten, während durch die Ausgabe etwa zweier oder dreier Millionen ein nationalökonomisch vortheilhaftes, segensreiches und wohl auch finanziell rentables Unternehmen hätte geschaffen werden können.

Wenn wir aber dieses Verhältnis der Kosten zum erzielten Nutzen bei Flüssen, die mit einer gut angelegten, systematischen und auch schon beendigten Flussregulierung nach dem Hochwasserdammsystem mit demselben Verhältnis bei Flüssen betrachten, welche lediglich einen Uferschutz erhalten haben, so kommen wir zu einem ganz anderem Resultate.

Abgesehen von höchst wichtigen Schiffahrts-, Communications-, Sanitäts- und anderen öffentlichen Rücksichten werden Flussregulierungen hauptsächlich auch im Interesse der Landescultur unternommen.

Wird diesem letzteren Interesse gar nicht oder nur in ungenügender Weise entsprochen, so können die geringen Kosten einer derartigen Regulierung dem Landwirt die mangelnden Vortheile derselben keineswegs ersetzen.

Der Landwirt verlangt den unbedingten Schutz vor Sommerhochwässern und wünscht die Winterüberschwemmungen nur in dem Falle, wenn dieselben seine Grundstücke mit fruchtbarem Schlamme düngen, anstatt sie zu zerstören.

Die Sommerüberschwemmungen, sagt hierüber Herr Baurath Hess, Wasserbau- und Meliorations-Inspector der Provinz Hannover, in welcher das Meliorationswesen auf hoher Stufe steht, sind stets von grossem Nachtheile, die Gewässer treten in das hohe Gras und können selbst nach Erniedrigung des Wassers im Flusse nicht wieder zum Abfluss gelangen, es tritt Fäulnis ein, Miasmen und Pilzbildung entwickelt sich, und das Gras, wenn es nicht vollständig verloren, wird zum Verfüttern ungeeignet. Nach den Versuchen von v. Lengerke wird durch Ueberschwemmungen die Brut des Leberegels (Distoma hepaticum) aus den Sümpfen und Gewässern herausgeschwemmt, haftet beim Durchfliessen des Wassers an den Grashalmen, gelangt mit denselben in den Magen der Thiere und erzeugt die Egelkrankheit.

Nach Angabe des Baurathes Hess wird ganz allgemein der Schutz gegen Sommerhochwässer von allen Interessenten gewünscht.

Ebenso ist auch dem Verfasser aus seinem mehrjährigen Wirken im k. k. Ministerium des Inneren und längerem Wirken im Wasserbauwesen mehrerer Kronländer zur Genüge bekannt, dass allerorten mindestens der Schutz gegen die Sommerhochwässer, welche allgemein als schädlich und zur Erntezeit selbstverständlich als vollends verderblich anerkannt sind, angestrebt wird.

Ist dies schon unter gewöhnlichen Verhältnissen der Fall, wie erst in dem dichtbevölkerten Etsch-Thale mit seiner hohen Cultur von Reben, Obstbäumen, Mais, Tabakpflanzungen u. s. w., welche eine Ueberschwemmung überhaupt nicht vertragen.

Von dem Nutzen der Regulierung kann also eigentlich, abgesehen vom verhinderten Uferabbruch, der nur localen Wert hat, nur dann gesprochen werden, wenn mindestens die schädlichen Sommerhochwässer hintangehalten werden. Ist dies nicht der Fall, so ist das Verhältnis der Baukosten zum Nutzeffect der Regulierung ein höchst nachtheiliges, d. h. es sind derartige Anlagen trotz ihrer anscheinenden Billigkait als sehr kostspielig anzusehen.

Umgekehrt sind die absolut theueren Regulierungen nach dem Hochwassersystem in der Regel als ökonomischer anzusehen, weil den höheren Anlagekosten ein unverhältnismässiger Nutzen entgegengestellt werden kann.

Oft werden gegen das System der Hochwasserdämme auch gewichtiger scheinende technische Einwendungen erhoben. Um die ungeheuren Hochwassermengen fassen zu können, heisst es da mitunter, müssen die Dämme weit voneinander entfernt werden und muss sohin das Flussprofil sehr breit sein; dabei gehe aber wieder jeder Einfluss auf die Triebkraft des sich selbst überlassenen Flusses verloren, das Geschiebe bleibe im Flussbette liegen; es bilden sich Schotterbänke, der Fluss werde hin- und hergeworfen, bewirke da und dort stärkere Dammangriffe und schliesslich trete infolge der fortwährenden Geschiebsablagerungen eine successive Hebung der ganzen Sohle des Flussbettes ein, welche wieder die Erhöhung der Dämme nothwendig mache und dahin führe, dass der zwischen den Hochwasserdämmen gefasste Fluss höher als der Thalboden liege, dass die Binnenwässer nicht mehr in den erhöhten Fluss gelangen können, daher Versumpfung verursachen, und dass, wenn doch einmal ein Dammbruch erfolge, das Verderben und die Zerstörung umso grösser und schrecklicher sei.

So düster ein derartig geschildertes Gemälde auf den ersten Blick sein mag, so wird es bei einiger kritischer Beleuchtung rasch erhellt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die geschilderten Uebelstände bei fehlerhaft angelegten und ungenügenden Deichanlagen vorkommen können, bei richtig ausgemittelten Anlagen ist dies aber keineswegs der Fall und sprechen namentlich im Gebirge vielmehr alle Umstände für die Anlage der Hochwasserdämme.

Vorerst ist es unrichtig, dass ein Hochwasserprofil zur Geschiebe-Abfuhr wegen der grossen Wassermenge nicht befähigt sei, vielmehr ist es klar, dass je grösser die abzuführende Wassermenge, desto grösser auch die Triebkraft derselben, das heisst die Fähigkeit derselben zur Geschiebeführung sein müsse. Hängt doch die geschiebeführende Kraft, wie allgemein bekannt ist, von der Höhe der Wassersäule über der Flussohle ab, und kann doch diese Höhe nicht zweckmässiger erreicht werden, als eben durch die Wahl des Hochwasser-Dammsystemes.

Aus diesem Grunde wird auch dieses System beim Rhein im Canton St. Gallen, an der Rhône und zahlreichen anderen Flüssen, so auch bei der Etsch hauptsächlich angewendet und dies mit bestem Erfolge.

Es ist diesbezüglich eine gerne verbreitete Fabel, dass sich die Flussohlen geschiebeführender Flüsse stetig heben, wenn diese eingedeicht werden, und umgekehrt sich das Thal stetig mit der Flussohle hebe, wenn der Fluss sich selbst

überlassen werde und doch ist weder das eine noch das andere der Fall.

Lombardini hat bewiesen, dass sich das Bett des Po, der bekanntlich überall von Hochwasserdämmen eingeschlossen ist, mit Ausnahme des untersten Stückes von Ferrara bis zum Meere, seit $4^1/_2$ Jahrhunderten nicht erhöht hat. In diesem letzten Stücke aber hat eine Erhöhung nur deshalb stattgefunden, weil hier der Fluss, durch das Meer in seiner Bewegung gehemmt, die mitgeführten Sinkstoffe zu Boden fallen lassen muss.

Die französische Commission zur Untersuchung der Ursachen der Ueberschwemmungen hat ebenfalls ihre Meinung dahin abgegeben, dass eine Hebung eingedeichter Flussbette im allgemeinen nicht stattfinde.

Nach Hagens Ansicht wird die Sohle der Flussthäler durch Regulierungen stets gesenkt, was durch die Pegelbeobachtungen zahlreicher Flüsse erwiesen ist.

Nach Grebenau senken sich die Flüsse und Ströme fortwährend und beträgt diese Senkung im Durchschnitte nahezu 1 *cm* pro Jahr, wie sich aus einer grossen Zahl von Beobachtungen ergibt.

Eine bedeutende Vertiefung der Flussohle ist gerade bei der Etsch seit ihrer Eindeichung in auffälligster Weise eingetreten und beträgt stellenweise bis über 1 *m*, eine Thatsache, die jetzt von Tag zu Tag trotz den enormen Hochwässern des letzten Decenniums und der damit verbundenen Geschiebeführung der Seitenbäche in immer klarerer Weise hervortritt und den Gegnern der Etsch-Regulierung, die sich zur Ehre des Unternehmens sei es gesagt, fast ausschliesslich aus nicht technischen Kreisen recrutieren, eine grosse Verlegenheit und eine unliebsame Ueberraschung gewährt, auf die sie gar nicht gefasst waren.

Die fable convenue von der angeblichen himmelhohen Hebung der Etsch-Sohle hat dann endlich die vielgeplagten Etsch-Ingenieure veranlasst, derselben mit aller wissenschaftlichen Schärfe zu Leibe zu gehen und die ältesten Pegelbeobachtungen, Längen- und Querprofile gewissenhaft zu vergleichen und siehe da, es findet sich mit unanfechtbarer Evidenz, dass allerorts eine prachtvolle Vertiefung und Einbettung des Flusschlauches eingetreten ist, wie sie als bestes und sicherstes Kriterium einer in der Hauptsache gelungenen Flussregulierung angesehen werden muss.

Die Etsch in Tirol hat also ihr Flussbett durch die Eindeichung nicht erhöht, sondern vertieft, wie dies auch billigerweise erwartet werden konnte und musste, denn allerorts bewirkt die Concentrierung der treibenden Wasserkraft auch eine Eintiefung des Flussbettes.

Anders ist dies an der unteren Etsch im Venetianischen; hier hat allerdings eine bedeutende Erhebung des Flussbettes stattgefunden, eine Erhebung aber, welche in ganz anderen Ursachen, als der vermeintlich verringerten Geschiebeführung gelegen ist. Hier ist es der ungeheuere Gefällsunterschied der Etsch, der oberhalb Verona $^1/_{730}$, unterhalb dieser Stadt aber bloss $^1/_{2650}$, also nur den vierten Theil beträgt, daher sich die Flussohle, welche sich allerorten nach einer der Wassermenge und der Geschiebeführung entsprechenden allmählich verflachenden Curve aufbauen muss, vom Meeresspiegel aufwärts bis zu diesem raschen Gefällsbruche selbstverständlich erhöhen musste.

Derartige Erhöhungen, welche eben auf dem regelrechten Aufbau der Sohlencurve beruhen, lassen sich aber genau vorhersehen und steigen keineswegs ins Unendliche, wie es oft gehört wird, sondern lediglich bis zu dem Punkte, in welchem das Ausgleichsprofil erreicht wird. Von da endigt die stetige Erhöhung und es bildet sich eine Art nivellierter Rollbahn für die Geschiebe, auf welcher letztere unter fortwährender Zerkleinerung durch Abrieb stetig vorwärts wandern, bis sie nur feinen Sand und Schlamm dem Meere zuführen, ohne dass im Laufe der Jahrhunderte eine Hebung der Sohle bemerkt zu werden braucht, wie wir dies beim Po gesehen haben.

Eine Erhöhung der Flussohle kann nach Erreichung des Gleichgewichtsprofiles in einem eingedeichten Flusse nur durch Vorrückung der Mündung in das Meer erfolgen. Der Einfluss dieser Vorrückung ist aber, da das Flussgefälle am Meere fast Null ist, d. h. die parabolische Sohle fast horizontal wird, verschwindend. Tief in das Gebirge, etwa bis Tirol, kann sich derselbe auf keinen Fall erstrecken, weil die Entwicklung des Längenprofiles der regulierten Etsch in erster Ordnung von der Felsbarre bei Sacco, einer Art „eisernem Thore,“ keineswegs aber von der Einmündung in das Meer abhängt.

In einer interessanten Schrift über die Einwirkung der Deiche von Stephan Fischer, welche in Wien im Verlage von Spielhagen und Schurich 1890 erschienen ist, werden alle Ursachen, durch welche Hebungen und Senkungen des Hochwasserspiegels und der Sohle infolge von Eindeichungen hervorgerufen werden können, eingehend erörtert. Wir entnehmen dieser Schrift auszugsweise die nachfolgende Ausführung:

Nehmen wir an, wir hätten es mit dem natürlichen Profile eines Stromes im unregulierten Zustande zu thun, so ist für die Bewegung des im natürlichen Flussprofile abfliessenden Wassers der Schwerpunkt dieser Wassermenge von Belang. Durch die Verbindungslinie dieser Schwerpunkte in den aufeinander folgenden Naturprofilen wird entlang des ganzen Längenprofiles eine Achse gebildet, welche die Achse des Längenprofiles genannt werden kann.

Wenn nun der Strom zwischen unüberflutbare Dämme eingezwängt wird, so muss jenes Wasser, das sonst über die Uferbänke und in der seitlichen Niederung abfloss, ebenfalls in dem Rinnsale, d. h. zwischen den Deichen verbleiben und der Spiegel des Hochwassers hat sich infolge dessen zu heben.

Damit wird aber auch der Schwerpunkt des Profiles höher verlegt, d. h. es wird das Totalgefälle der durchfliessenden Wassermenge von der betreffenden Stelle bis zur Mündung in das Meer vergrössert.

Da jedoch durch die Eindeichung in den Bestandsbedingungen und dem Charakter des Stromes, also auch an seiner naturgemässen Transportarbeit pro Wassereinheit zunächst nichts geändert wird, so hat er diese Gefällsvergrösserung nicht nöthig. Darum stellt er sich bald das ursprüngliche Gefälle wieder her, d. h. er vertieft seine Sohle so lange, bis der Schwerpunkt wieder an seine frühere Stelle gelangt und sich ein neues Profil bildet.

Als unmittelbare Folge der Eindeichung hat sich demnach einerseits der Hochwasserspiegel eines bis dahin nicht eingedeichten Flusses im ganzen Unterlaufe etwas absolut zu heben, und anderseits gleichzeitig die Sohle etwas, doch beträchtlicher als jene Hebung ist, absolut zu senken oder was dasselbe ist, das Rinnsal zu vertiefen.

Nach der citierten Schrift Herrn Fischer's kommt nun weiter noch zu berücksichtigen, dass die durch die Eindeichung erzielte Concentrierung der Wassermengen eine Vergrösserung des „hydraulischen Radius“ nach sich zieht, was eine Vergrösserung der Geschwindigkeit zur Folge hat; überdies geschieht die Vermehrung der Durchflussmenge im eingedeichten Querprofile gerade mit solchem Wasser, das die wenigsten und leichtesten Sinkstoffe transportierte, und dadurch wird gleichfalls die mittlere Transportfähigkeit der vereinigten Wassermenge erhöht. Beides ist aber für die von dem Strome zu vollführende unveränderte Transportaufgabe nicht von Bedarf.

Er verringert darum selbstthätig sein Gesammtgefälle in der eingedeichten Strecke durch weitere Vertiefung des Gerinnes, bis das richtige Verhältnis zwischen der zu verrichtenden, etwas vergrösserten Transportarbeit und der Transportfähigkeit wieder hergestellt wird. So wird die Sohle noch um ein weiteres gesenkt, wodurch entsprechend auch der durch die Eindeichung ursprünglich selbstverständlich um ein geringes, voraussehbares und berechenbares Maass gehobene Hochwasserspiegel eine neue Senkung erleidet.

Weiters untersucht Herr Fischer das Verhalten der Flusssohle und des Hochwasserspiegels bei Deichanlagen, welche schon seit längerer Zeit bestehen und erwähnt, dass die Anpassung der Rinnsalgestaltung eines Stromes an die durch die Eindeichung veränderten Bedingungen in der Hauptsache unmittelbar und in kurzer Frist geschieht, so dass sich der Fluss möglicherweise schon durch ein einziges Hochwasser infolge seiner Arbeitsleistung an Erosion und Materialtransport den neu geschaffenen Verhältnissen anpasst. Ist diese Anpassung einmal vollendet, dann bleibt die Höhe der Sohle und der Hochwasserspiegel — abgesehen von anderweitigen verändernden Einflüssen — für diese Deichanlage stabil.

Herr Fischer kommt daher zum Schlusse, dass eine Ursache für die Hebung oder Senkung des Hochwasserspiegels bei einem schon länger eingedeichten Rinngewässer in der Deichanlage selbst nicht gesucht werden darf.

Es versteht sich von selbst, dass hiebei nur von einer richtigen Anlage die Rede ist, denn wo beispielsweise breite Vorländer zwischen den Dämmen und dem eigentlichen Gerinne den Bedingungen für die Geschiebe-Abfuhr nicht entsprechen oder fortwährend wechselnde unregelmässige Profile Geschiebestauungen, Dammbrüche, Ueberströmungen u. s. w. verursachen, dort kann von einer richtigen Functionierung nicht die Rede sein. Solche Fälle sprechen aber nicht gegen das System der Hochwasserdämme, sondern lediglich für das Bedürfnis der Verbesserung derselben.

Jeder Fluss führt ausser der ihm zukommenden Wassermenge noch eine gewisse Geschiebemasse mit sich.

Diese Geschiebeconsumtion ist ein Factor, mit der der Hydrotekt ebenso gut rechnen muss, wie mit der schadlosen Abfuhr des von flussaufwärts zuströmenden Wassers, weil sonst das sich an einer Stelle des Flusses ansammelnde Geschiebe nach und nach zu einem Stau-Objecte wird, welches den Abfluss des Wassers offenbar hemmen müsste.

Diese Geschiebeconsumtion beträgt bei kleinen, stark geschiebeführenden Wildbächen oft sogar ein Vielfaches der Wasserführung; bei grösseren Gebirgsflüssen, wie z. B. bei der Etsch ist sie jedoch nur ein kleines Percent der Wasserconsumtion.

Diese Geschiebeführung verhält sich nun ganz anders in einem regulierten und anders in einem nicht regulierten Flusse.

Diesbezüglich ist nun eine in Laienkreisen oft verbreitete, aber ganz irrige Ansicht, dass sich das Thal eines nicht regulierten oder nur auf Mittelwasserhöhe regulierten Flusses mit der vermeintlich regelmässig fortschreitenden Erhöhung der Flussohle auch regelmässig und derart hebe, dass der Flusschlauch an der tiefsten Stelle des Thales verbleibe und daher auch alle Thalgründe ein Gefälle gegen den Fluss (die Vorflut) behalten.

Diese Ansicht ist aber nicht richtig. Der nicht regulierte Fluss ist in der Regel nicht imstande seine Geschiebemassen regelmässig abzuführen, weil er zumeist in Arme geschalten und zu wenig tief in den Thalgrund eingetieft ist, als dass sein zersplittertes und flaches Wasser die erforderliche Stosskraft entwickeln könnte. Er erhöht demnach seine Sohle an derjenigen Flusstelle, an welcher der Niederstand der Geschiebemassen grösser ist, als die geschiebeführende Kraft des Wassers; es bildet sich eine Geschiebebank im Flussbett.

Diese Geschiebebank bildet aber ein Stau-Object, durch welches das ganze flussaufwärts gelegene Flussbett entsprechend über seine Thalsohle gehoben werden muss. Da überdies der Fluss kein für Hochwässer geschlossenes Profil besitzt, so lagert er sein Geschiebe nicht nur im eigentlichen Fluss-Schlauche, sondern auch seitlich ab.

Diese seitliche Ablagerung geschieht aber keineswegs, wie oft vermeint wird, gleichmässig über das ganze Querprofil des Thales, sondern es bilden sich vielmehr Wülste von Geschieben, welche beide Flussufer dammartig umsäumen und sich gegen das Binnenland nach einer Wellenlinie verflachen.

Diese eigenthümliche unbestrittene Naturerscheinung, die am Missisippi sehr schön zutage tritt, aber ganz allgemein giltig ist, wird durch die Grundsätze der Mechanik genügend erklärt.

Das Wasser führt nämlich umsomehr Geschiebe, je grösser seine Geschwindigkeit ist, denn diese letztere verleiht ihm eben die zur Fortführung der Geschiebe erforderliche Triebkraft. Da sich nun die Geschwindigkeit des Stromes von der Flussmitte gegen die Ufer zu bedeutend vermindert, so lagert das Hochwasser gerade an den seichtesten Stellen längs der Ufer seine Geschiebe und zwar zumeist feinere Geschiebe ab, so dass in das Binnenland nur verhältnismässig viel reineres Wasser abfliesst, welches seinen Geschiebe-Inhalt bereits in der Nähe der Flussufer deponiert hat. Nach den Hochwässern kommen in der Regel langandauernde Niederwässer. Diese können die besprochenen Geschiebewülste längs der Hochwasserufer selbstverständlich nicht angreifen, wohl aber führen sie einen Theil des im Flusschlauche abgelagerten Geschiebes ab, ohne jedoch in der Regel die ganze, während des Hochwassers eingetretene Sohlenerhöhung zu paralysieren. Das nächste Hochwasser hebt wieder die Sohle des unregulierten Flusses und vergrössert die Gechiebebänke an seinen Ufern, so dass sich nach und nach ein sattelförmiges Profil ausbildet, auf dessen Spitze sich der Flusslauf befindet und den Thalboden hoch überragt. Dieses ist das natürliche Profil aller sich selbst überlassenen, jedoch concentrierten, aber nicht genügend regulierten Flüsse. Versumpfung des Thalbodens, welcher desto tiefer liegt, je weiter er vom Flusse entfernt ist, fortwährende Ausbrüche und damit verbundene Zerstörungen kennzeichnen den Zustand eines solchen Flusses, welcher bei Vorhandensein genügender, zu schützender Interessen nothgedrungenermaassen zur Abhilfe, dass ist zur Flussregulierung drängt. Nicht jede Flussregulierung aber kann die durch die Geschiebeführung verursachte Erhöhung der Flussohle verhindern; sie kann dies nur dann, wenn die im Flusschlauche zu concentrierende Wassermasse die zur Fortführung der vom Oberlauf herabkommenden Geschiebe erforderliche Stosskraft besitzt. Von der Menge und der Grösse der Geschiebe wird es daher abhängen, ob nur das Niederwasser oder aber das Mittelwasser, ja sogar das Hochwasser in einem concentrierten künstlichen Flusschlauch wird abgeführt werden müssen. Ist das Geschiebe nur aus Sand und Schlamm bestehend, also bereits durch die lange Thalwanderung zerrieben und nicht in grossen Mengen vorhanden, wie dies in den Flüssen des Flachlandes der Fall ist, so kann schon eine künstliche Zusammenfassung von kleinen Mittelwässern genügen, um den Weitertransport des von oben herabkommenden Geschiebes in befriedigender Weise, das ist so zu bewältigen, dass eben so viel Geschiebe zu- als abgeführt, daher eine stetige Erhöhung der Flussohle vermieden werde. Im Hügellande, wo das Geschiebe gröber und noch in grösseren Massen vorhanden

ist, wird zumeist die Concentrierung grösserer Mittelwässer oder sogar mittlerer Gewässer nöthig sein, um den früher beschriebenen Gleichgewichtszustand zu erreichen.

Ganz anders ist dies bei Gebirgsflüssen. Hier ist erfahrungsmässig zumeist erst die gesammte Triebkraft der grössten Hochwässer, in einem Wasserstrahl vereinigt, im Stande, den Flusschlauch durch selbstthätige Spülung von dem massenhaften, groben Geschiebe rein zu erhalten und eine stetige Erhöhung der Sohle zu verhindern. Je grösser nämlich die Wassertiefe des Flusses im Vergleiche zu seiner Breite ist, desto geringer ist die Reibung der Wassermasse am sogenannten benetzten Umfang des Querprofiles, desto grösser daher auch die Geschwindigkeit und die Triebkraft des Wassers.

Es wird auch oft die Meinung verbreitet, dass sich das Hochwasserdammsystem in Tirol nicht bewährt hätte, indem das Etsch-Thal jetzt angeblich mehr als früher den Ueberschwemmungen preisgegeben sei, so dass die Interessenten die Abtragung der Hochwasserdämme wünschten. Diese Anschauung ist nicht richtig und würde wohl niemand den Muth haben, in Tirol unter den Interessenten, beispielsweise in einer Versammlung der Etsch-Regulierungs-Genossenschaften oder in einer Sitzung der Etsch-Regulierungs-Commission eine derartige Ansicht zu verfechten, ohne sich einem sicheren Misserfolge, in unruhigeren Zeiten aber noch grösseren Gefahren preiszugeben. Das Bewusstsein der Nothwendigkeit der Etschdämme ist zu tief mit der ganzen intensiven Cultur und der dichten Bevölkerung des Etsch-Thales verflochten und zu lebendig in der Bevölkerung, als dass an demselben irgendwie gerüttelt werden könnte. In der That hiesse dies aus hochcultivierten Zuständen in solche der Verwilderung zurückkehren. Wo einmal Hochwasserdämme bestehen und die Cultur sich ihrem Bestande angepasst hat, ist eine Cassierung derselben ein Ding der Unmöglichkeit. Allerdings sind an der Etsch die Durchflussprofile nach den Erfahrungen früherer Perioden bestimmt worden, während das letzte Decennium ganz ungeahnte Niederschlagsmengen und daher auch Wasserstände hervorgebracht hat, auf welche nicht gerechnet werden konnte. Durch die Schriften Brückner's, v. Hann's, Czerny's, Hahn's, Reiss' und vieler anderer hervorragender Autoritäten der Meteorologie und kosmischen Physik ist es zweifellos erwiesen, dass wir uns gegenwärtig in einer Maximumperiode der Niederschläge befinden, welche kosmischen Ursachen zuzuschreiben ist. Diese Erkenntnis, welche die Wissenschaft erst in den letzten Tagen eben auf Grund der Erfahrungen der letzten Tage festgestellt hat, konnte natürlich der Praxis des Wasserbaues noch nicht einverleibt werden; dies kann und wird erst jetzt geschehen, und zwar durch eine Vergrösserung des Schutzes durch die vorhandenen Hochwasserdämme für die wenigen Stunden der in neuerer Zeit eintretenden vergrösserten Niederschläge und Wasserstände. Am Regime des Flusses wird hiedurch selbstverständlich nichts geändert werden, vielmehr wird der Zweck der Regulierung durch noch weiter fortschreitende Eintiefung des Flusschlauches und vollkommeneren Schutz des Thales vor Ueberschwemmungen mit Sicherheit erreicht werden. Dass Dämme in sicherer Weise nicht herzustellen seien, wird wohl kein ernst zu nehmender Wasserbau-Ingenieur behaupten; dies würde ungefähr so klingen, als wenn Hochbauten aufgegeben werden müssten, weil sie von Erdbeben zerstört werden können. Vor solchen gefährlichen Schlagworten muss im Interesse der Sache auf das Eindringlichste gewarnt werden.

In Tirol wird daher die bereits seit Menschengedenken betretene Bahn nicht verlassen, sondern auf derselben rüstig weiter geschritten werden. In der That hat sich in diesem Lande infolge der concentrierten Thätigkeit bei den grossartigen Bauten, die den Umfang der Wasserbauten jedes anderen Kronlandes weit übersteigen, eine gediegene und erprobte Schule von Wasserbau-Ingenieuren herangebildet, welchen Erfahrung und klares Urtheil zur Seite stehen. Es wird daher gewiss nur im Interesse anderer Länder, in welchen so grosse Bauten bisher nicht zur Ausführung gelangen konnten, gelegen sein, sich die Erfahrungen dieser Schule zu Nutzen zu machen. Ebenso muss jede einheitliche Leitung des Wasserbauwesens, die auf gesunder Grundlage weiter bauen will, hauptsächlich an die Erfahrungen Tirols als des bedeutendsten Baugebietes anknüpfen, ohne hiebei die Besonderheiten anderer Ländergebiete aus den Augen zu verlieren.

Es kann daher jedem wahren Freunde des Wasserbaues nur empfohlen werden, den ruhigen und festen Gang des Wasserbauwesens in Tirol aufmerksam und objectiv zu verfolgen, um daraus die Ueberzeugung zu gewinnen, dass eben nur durch diesen Gang es der Staatsregierung und der Tiroler Landesvertretung, sowie den stets mitbefragten Vertretern der Interessenten gelingen konnte, dem Wohle der dortigen schwer geprüften Bevölkerung in der mit Rücksicht auf die verfügbaren Mittel geeignetsten Weise Rechnung zu tragen.

Es versteht sich von selbst, dass trotz der unbedingten Nothwendigkeit der Hochwasserdämme der Vortheil einer düngenden Colmation durch Trübwasser nicht unterschätzt wird. Hiezu ist aber nothwendig, dass man erstens thatsächlich bloss wirklich düngenden Schlamm hinter die Dämme einlasst, zweitens, dass dies nur zu einer Zeit geschieht, wo die hohe Cultur des Etsch-Thales die Ueberstauung und Ueberschlämmung überhaupt zulässig, bezw. vortheilhaft erscheinen lässt. Ohne diesen zwei Grundbedingungen wäre die Colmation, die sich manche sehr einfach denken, nur der Verwilderung und Zerstörung gleich. Eine Ueberströmung der Dämme, eine Offenhaltung von Dammrissen u. s. w. sind hiezu selbstverständlich nicht die richtigen Mittel, vielmehr sind hiezu eigene, systematische Colmationsanlagen mit Colmationsbecken, Wasser-, Zu- und Ableitungsgräben, Colmationsschleussen u. s. w. unerlässlich.

Alle diese subtilen Anlagen zweiter Ordnung können aber nur unter dem Schutze von hochwasserfreien Dämmen hergestellt und erhalten werden, daher auch für die Colmation die hochwasserfreie Regulierung der Etsch die erste Grundbedingung ist, welche es überhaupt erst ermöglicht, eine kunstgerechte Colmation ernstlich ins Auge zu fassen. Zuerst muss das Gebäude im rohen fertig werden, dann erst kann an den inneren Ausbau geschritten werden.

Es wird auch oft von den Gegnern des Wasserbaues, welche zumeist nicht fachmännischen Kreisen angehören, die Meinung verbreitet, dass durch die Verbauung der Wildbäche zahlreiche Flusscorrectionen entbehrlich gemacht werden, ja es werden die Dammanlagen in den Thälern nur als vorübergehende Schutzmaassregeln dargestellt, welche nach den eingetretenen Folgen der Wildbachverbauung ohnehin „ausser Function“ treten werden.

Sollte diese Meinung richtig sein, dann müsste mit der ganzen Gewässe-Rregulierungsaction eingehalten, und mit den Flussregulierungsarbeiten erst fortgefahren werden, bis die Geschiebezufuhr aus den Seitenbächen vollkommen behoben wäre. Da hiezu jedoch vielleicht ein Jahrhundert erforderlich ist, so müssten die Thäler indessen den Hochwässern schutzlos preisgegeben werden. Das ist aber bei den heutigen Culturzuständen und der Lage der Ortschaften namentlich in grösseren Thälern, z. B. im Etsch-Thale, eine absolute Unmöglichkeit. Eine solche Maassregel würde weder im Interesse des Staates liegen, noch jemals von der Bevölkerung zugegeben werden. Die Bevölkerung sieht die Nothwendigkeit

der Verbauungen in den Quellengebieten vollkommen ein, der Schutz ihrer Wohnstätten und Felder vor dem sicheren Verderben durch die beinahe jedes Jahr eintretenden Hochwässer liegt ihnen aber selbstverständlich näher am Herzen; sie kann nicht im Zweifel darüber sein, dass die Gewässerregulierung das eigentliche radicale Heilmittel, die Verbauung der Wildbäche aber ein Mittel zur Conservierung des gesunden und zur Behebung des bereits bestehenden schadhaften Zustandes ist, welches durch Decennien und Jahrhunderte wohl angewendet, die Zwecke der Gewässerregulierungen wesentlich fördert, ja in einzelnen krassen Fällen bedeutender Geschiebezufuhren das Illusorischwerden des Regulierungszweckes verhindert.

Durch die Verbauung der Wildbäche wird allerdings die Geschiebezufuhr bedeutend vermindert, und daher mit der Zeit das Längenprofil der Wildbäche und Flüsse selbstverständlich eine Veränderung erleiden. Unter Annahme der beweglichen Sohle wird sich der Fluss das für die verminderte Geschiebezufuhr genügende Gleichgewichtsprofil schaffen, das heisst flussaufwärts ein geringeres Gefälle annehmen oder sein Bett vertiefen.

Der Zeitpunkt, wann diese Vertiefung eintreten könnte, ist aber nach den jetzigen Verhältnissen und der fast unzubewältigenden Aufgabe der Verhinderung jeder Geschiebezufuhr gar nicht abzusehen und im besten Falle vor einem halben Jahrhunderte gewiss nicht zu erwarten.

Wird diese Vertiefung thatsächlich eintreten, wie zu wünschen wäre, wird die Finanzkraft Oesterreichs imstande sein, durch Decennien bedeutende Auslagen für die Verbauung der Wildbäche unserer Alpenländer zu tragen, so werden selbstverständlich Unterfangungen, Steinwürfe, Vorgründe, Senkwalzen u. s. w., überhaupt Reconstructionsarbeiten nothwendig sein, um die bestehenden Dammbauten den neuen Längenprofilen anzupassen. Derartige Arbeiten sind bei jeder Flussregulierung ohnehin unerlässlich; ich erinnere nur an die Regulierung der Aare in der Schweiz, wo gegen alle Erwartung eine sehr bedeutende Vertiefung der regulierten Sohle eingetreten ist.

Ausser Function aber, wie oft vermeint wird, werden die Dämme niemals treten. Ihre segensreiche Wirkung und ihre unbedingte Nothwendigkeit wird immer vorhanden sein.

Bäche und wildbachartige Flüsse, welche bei Hochwasser ein Wasserquantum führen, welches dasjenige des Niederwassers bis um das Hundertfache übersteigt, und welche sich mitten oder ganz nahe dicht bewohnter Ortschaften bewegen, werden zur Begrenzung ihres Hochwasserprofiles immer der Hochwasserdeiche bedürfen, auch wenn die Geschiebezufuhr der Seitenbäche vollkommen gebrochen werden würde.

Dies gilt am meisten von den Bächen und wildbachartigen Flüssen, welche an der Spitze ihres Schuttkegels im Thalgebiete erscheinen, und durch das kleinste Hindernis veranlasst ihr Bett verlassen, um nach einer anderen Erzeugenden des Kegels ihre Wässer zerstörend zu ergiessen.

Ist dieser Schuttkegel ohnehin zerstört, an Umfang klein und von der Cultur und der Bewohnerschaft verlassen, dann muss zugegeben werden, dass hier eine Eindämmung des Gerinnes am Schuttkegel vor Verbauung des Bachlaufes im Thale durchaus unzweckmässig wäre. Wohl aber wird sie nach der Verbauung unerlässlich, um das Bachbett zu fixieren und den übrigen Grund der Cultur zu übergeben.

Ist aber der Schuttkegel gross, misst er mehrere Kilometer im Halbmesser, wie z. B. der Schuttkegel von Lavis, ist er mit schönen Culturen bepflanzt und befinden sich Ortschaften auf demselben, dann müssen die nothwendigen Dammanlagen sofort hergestellt werden. Sie werden aber auch immer nothwendig sein, um das Hochwasserprofil zu begrenzen und den Wildbach in seinem Gerinne am Schuttkegel festzuhalten.

Die Dämme werden daher niemals überflüssig werden, wie sie es ja auch in Ländern nicht sind, wo es keine zu verbauenden Wildbäche gibt; sie werden nie „ausser Function" treten, sondern eben durch die Wildbach-Verbauung von der Geschiebezufuhr befreit, welche sie in der regelrechten Ausübung ihrer Function gegenwärtig mehr oder weniger und häufig sehr empfindlich stört.

Die Gewässer-Regulierungsarbeiten dürfen daher durch die im Zuge befindliche Wildbach-Verbauung und die daran geknüpften Hoffnungen nicht aufgehalten werden, indem sie eben beim Eintreten der letzteren ihren vorzüglichen und unerlässlichen Schutz erst recht zur Geltung zu bringen in die Lage kommen werden.

140. Capitel.

Die Verbauung der Wildbäche in Südtirol.

Die Wildbäche erzeugen bekanntlich infolge ihrer starken Geschiebeführung, der stellenweisen Ueberfüllung der Bachbette und der hiedurch hervorgerufenen Ausbrüche, zahlreiche Zerstörungen an Culturen und Bauten, bedrohen die Existenz ganzer Ortschaften, verursachen ungeheuere Kosten behufs Eindämmung des Gerinnes und bilden bei ihrer Einmündung in die Hauptthäler mächtige Staurücken in dem Hauptfluss, welche den Abfluss des letztern verhindern und die Hauptthäler flussaufwärts auf ausgedehnte Strecken der Versumpfung und allen daraus folgenden Uebeln, als Verarmung, Verbreitung bösartiger Fieberkrankheiten u. s. w. preisgeben.

Obwohl es der Ingenieurwissenschaft bisher gelungen ist, derartige Staurücken durch Anlage von Durchstichen abzutreiben, wie dies z. B. durch den Masetto-Durchstich bei St. Michele bezüglich des Schuttkegels der früheren Noce-Einmündung gelang und die künftige Wiederbildung der Staurücken durch Ableitung der Wildbäche auf Decennien hinaus zu verschieben, wie dies bei der 7 *km* langen Ableitung des Noce-Wildbaches geschah, wodurch zahlreiche Ortschaften von Deutsch-Metz aufwärts der Versumpfung entzogen wurden, so können alle diese Maassregeln nicht genügen, wenn dem immer furchtbarere Dimensionen annehmenden Aufwühlen der Seitenthäler durch die Wildbäche nicht endlich Einhalt gethan wird. Dies kann nur dadurch geschehen, dass der Wildbach gegen die durch das Gesetz der Schwere bedingte Ausbildung seines von der lebendigen Kraft des Wassers und dem Widerstande des Bodens abhängigen Ausgleichsprofiles und der damit verbundenen Erosion in die Tiefe, durch Sohlenversicherungen, wie Schalen, Grundschwellen, Thalsperren, Flechtwerke u. s. w., ausserdem durch Uferschutzwerke gegen seitliche Erosion und durch Bewaldung steiler Thalhänge gegen das Abschwemmen derselben, Zufuhr grosser Geschiebemassen und Bildung neuer geschiebeerzeugender Runsen gesichert werde. Selbstverständlich handelt es sich hiebei um keine, nicht recht definierbare Besonderheit, sondern nur darum, klar vorliegende Wasserwirkungen zu begegnen, wie der schweizerische Ober-Bauinspector v. Salis in seinem „Das schweizerische Wasserbauwesen" betitelten Werke ganz richtig bemerkt. In der That ist der Wildbach nur ein mehr oder weniger kleiner Fluss mit steilerem Gefälle und dem diesem Gefälle und der grösseren lebendigen Kraft entsprechenden Volumen des Geschiebes. Alle Eigenschaften des Wildbaches die Erosion im Oberlaufe, die neutralen Strecken oder Abflusscanäle, die Alluvion im Unterlaufe und in Gefällsbrüchen, das Wirken gegen die Ufer und gegen die Sohle, alle diese

Erscheinungen sind dem Hydrotekten alte, bei jedem Flussbaue vorkommende Bekannte und bilden die Elemente, mit denen der Wasserbau rechnet und denen er die Werke seiner Kunst entgegensetzt.

Ganz richtig wird daher von allen technischen Schriftstellern des Wasserbaues die Verbauung der Wildbäche und Gebirgsflüsse von jeher als ein integrierender Theil desselben betrachtet.

Diesem entspricht auch die Geschichte des Wildbach-Verbauungswesens in Tirol, Kärnten, in Baiern, der Schweiz, in Frankreich und in Italien.

In früheren Zeiten herrschte die Ansicht, dass die Aufgabe des wissenschaftlich gebildeten Hydrotekten an der Mündung der Wildbäche mit der Fassung und Zuleitung der letzteren zum betreffenden Hauptwasser endige und das, was weiter oben an diesen Zuflüssen etwa noch geschehen könne, anderen Technikern oder Nichttechnikern zu überlassen sei. So durchgreifend war nach Salis diese Ansicht, dass derselbe sie heute noch als leider nicht ganz antiquiert bezeichnet. Bei diesem Umstande erklärt es sich von selbst, dass an der Verbauung der Wildbäche Jahrhunderte lang nichts gemacht wurde, indem bei der allgemeinen Unterschätzung der Bedeutung der Wildbäche die Hilfe des Ingenieurs nicht angerufen wurde, der betreffenden Forstverwaltung aber zur Ausführung von kostspieligen und technisch schwierigen Aufgaben sowohl die entsprechend geschulten Kräfte, als auch wohl die finanziellen Mittel nicht zur Verfügung gestellt wurden.

Die eigentliche Schuld an dem so langen Versäumnisse lag sonach zumeist an der öffentlichen Meinung, welche durch traurige Erfahrungen noch nicht so gewitzigt war, wie dies heute der Fall ist.

Mit dem Momente, als die Hydrotekten die Verbauung der Wildbäche für unerlässliche Bestandtheile der Flussregulierungen erklärten und diese Arbeiten selbst in die Hand nahmen, begann eine neue Epoche oder eigentlich der Anfang der Entwicklung der Wildbach-Verbauung, welche in den letzten Jahren zur Blüte gediehen, eine immer grössere Verbreitung zu gewinnen bestimmt ist.

Abgesehen von der von einem Nichtfachmanne im Wasserbau, dem Professor der Physik, Dr. Zallinger, im Jahre 1779 erschienenen Abhandlung über die Ueberschwemmungen, welche nur sehr wenig praktische Vorschläge enthält, ist die Innsbrucker Gubernial-Verordnung vom Jahre 1788 als der erste Versuch zur Besserung der Dinge zu betrachten.

Ihnen folgte im Jahre 1808 die Abhandlung des königl. bairischen Strassen- und Wasserbau-Directors der Provinz Tirol, Georg Freiherr v. Aretin, über Bergfälle und Mittel denselben vorzubeugen, welche jedoch bei den damals noch mangelnden Erfahrungen einen umso geringeren Wert hatte, als sie sich zu sehr im allgemeinen bewegte, ohne bestimmte Normen aufzustellen.

Im Jahre 1834 erschien das ausgezeichnete bis heute mustergiltige Werk des k. k. tirolischen Bau-Directionsadjuncten Josef Duile, welches die Aufgaben der Wildbach-Verbauung vom Standpunkte des Hydrotechnikers zum erstenmale so klar und richtig erfasste und so weit technisch durchführte, dass es als Grundlage jeder späteren Thätigkeit auf diesem Gebiete angesehen werden muss.

Duile's System kennt bereits die steinernen und hölzernen Sperren, Leitwerke aus Stein, Holz, Flechtzäunen mit Steinpflaster, Schalen, die Wiederbewaldung, kurz alle Mittel, welche zur Verhinderung der Geschiebebildung und zur Festhaltung des Geschiebes im Innern der Gebirge heute noch angewendet werden und gibt für alles technisch richtige und genügende Anhaltspunkte und grösstentheils auch gut ausgeführte Zeichnungen.

Es wurde gegen Duile's System der Vorwurf erhoben, dass es nur aus Anbringung von grösseren Thalsperren in den Hauptthälern der Wildbäche besteht, bei den Ausläufen im Aufnahmsbecken, also auf den steilsten Partien, woselbst gerade ein Brechen der Wassergeschwindigkeit und ein Zurückhalten des Geschiebes von besonderer Wichtigkeit wäre, nur Leitwerke anordnet, mithin das Wasser mit ungestümer Kraft bis an die unteren Thalsperren gelangen lässt. Es ist jedoch in dem ausgezeichneten Werke Duile's vergeblich zu suchen, dass derselbe wirklich eine so unpraktische Anordnung im Auge gehabt hätte, was auch bei seiner 27-jährigen Erfahrung im Gebirgslande Tirol wohl befremdlich wäre. Wohl aber bemerkt Duile auf S. 86 seines Werkes, dass Thalsperren in sehr steilen Bergflächen wenig Vortheile schaffen, aber an Stellen, welche sich der natürlichen Böschung nähern oder eine noch grössere als diese haben, ihre beste Anwendung finden. Die Anlage derselben ist daher in Hauptthälern der Wildbäche, wo selten solche steile Abhänge gefunden werden, vorzüglich anzurathen.

Diese vorzügliche Empfehlung der Sperren bei flacheren Gefällen ist selbstverständlich, weil bei denselben ein grösseres Sammelbecken vorhanden ist; damit aber ist die Anwendung in den Seitenthälern durchaus nicht ausgeschlossen, und der das Duile'sche System discreditierende Vorwurf nicht gerechtfertigt. Nicht als ein Vorwurf kann es auch weiter erachtet werden, dass Duile den Aretin'schen Standpunkt, mit ganz kleinen Mitteln grosse Erfolge zu erringen, hervorzuheben verschmäht, sondern zu technisch richtigen, widerstandsfähigen Constructionen greift, welche selbstverständlich ohne entsprechende Kosten nicht herstellbar sind.

Jeder praktische Ingenieur weiss, dass zu grossen Zwecken auch entsprechende Mittel gehören, dass grossen Kräften auch grosse Widerstände entgegengesetzt werden müssen, um die erwünschte Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu erzielen.

Die ausschliessliche Anwendung der sogenannten „kleinen Mittel“, als kleine Holzsperren, Grundschwellen, Flechtzäune, Pfähle u. s. w. hat sich in den Gebirgsländern durchaus nicht bewährt. Diese Schutzmaassregeln faulen und erzeugen dann, falls feste Stützpunkte fehlen, trotz des Pflanzenwuchses zumeist noch ärgere Zustände, als sie früher herrschten. Mit solchen Mitteln wurde z. B. in den dreissiger Jahren das Larganza-Thal ober dem Curort Roncegno mittelst Holzsperren und Flechtzäunen durch Forstorgane im ausgedehntesten Maasse verbaut. In den sechziger Jahren wurden die letzten dieser Holzbauten durch Hochwasser weggerissen, eine gräuliche Verwüstung zurücklassend.

Die Verbauungsarbeiten der Wildbäche brauchen eben feste Stützpunkte, auf welche sich die secundären Maassregeln, kleine Grundschwellen, Querflechtwerke, lebende Thalsperren u. s. w. zu lehnen bestimmt sind.

Dies sieht man am besten bei den Wildbach-Verbauungen in Frankreich, bei denen höchst solide und nach allen Regeln der Ingenieurwissenschaft hergestellte Sperren in Höhen bis zu 10 und 15 *m* in nicht zu weiten Abständen mit ausserordentlichem Kostenaufwande, wie es eben bei solchen Arbeiten unvermeidlich ist, errichtet werden.

Es wird von manchen Seiten Duile's System zu discreditieren gesucht, indem es geradezu zur Systemlosigkeit gemacht werden will und ihm einzelne verfehlte Anwendungen, die wohl überall vorkommen mögen, als charakteristische Hauptpunkte zugeschrieben werden wollen. Dies gilt von der Verwendung der Schalen, welche als unzweckmässig dargestellt werden, nichtsdestoweniger aber, wie jedem Wasserbauer be-

kannt ist, in einzelnen Fällen vortreffliche Dienste leisten. Ebenso wird versucht, das schweizerische oder österreichische Wildbach-Verbauungssystem dadurch zu discreditieren, dass man ihm die Anlage von Sperren nur dort zuschreibt, wo sich zufällig, ohne Rücksicht auf das Längenprofil, Felsstellen befinden. Diese Behauptung ist aber ganz unrichtig. Die Berücksichtigung des Längenprofiles ist auch im schweizerischen Wildbach-Verbauungssystem immer ein hochwichtiger Factor gewesen, wie man sich aus den zahlreichen Regulierungsplänen in der Schweiz, Deutschland und Oesterreich überzeugen kann. Die Meinung, dass Sperren nur an Felsstellen angelegt werden sollen, ist schon durch den schweizerischen Ober-Baudirector v. Salis genügend widerlegt, welcher die Anlage derselben gerade an Stellen anräth, wo keine Felswände vorhanden sind, weil dort zumeist die Nothwendigkeit derselben weitaus grösser ist.

Duile selbst erzählt uns auf Seite 63 seines vortrefflichen Werkchens von den im Sommer 1822 erbauten Sperren im Marmel-Thale beim Dorfe Graun, welche noch im nämlichen Sommer das Dorf, dessen schöne Feldungen und die Commerzialstrasse vor Verheerung sicherten. Wie viele Bauten er in seiner dreissigjährigen unermüdlichen Praxis in Tirol ausführte und in Anregung brachte, ist nicht bekannt, doch ist jedem, mit den Localverhältnissen Tirols Vertrauten wohlbekannt, dass allerorten zahlreiche Wildbach-Verbauungen schon in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts ausgeführt wurden.

Für Südtirol sind besonders die Bauten des ausgezeichneten Ingenieurs und damaligen k. k. Baurathes Mensburger, welcher noch jetzt bei der Bevölkerung im grössten Ansehen steht und der sich besonders durch die berühmte Massensprengung am Noce einen hervorragenden Namen erwarb, von Bedeutung.

Ueber die frühere Thätigkeit im Gebiete der Wildbach-Verbauung berichtet uns unter anderem ein Gutachten Pasetti's vom 14. December 1845.

Es ist daher nicht ganz richtig, dass in Tirol auf diesem Gebiete niemals etwas geschah und kann es nicht genug hervorgehoben werden, dass die Ingenieure Tirols die Nothwendigkeit der Wildbach-Verbauungen nicht nur vollkommen erkannten, sondern bereits seit den ersten Jahren dieses Jahrhundertes bei jeder Gelegenheit auf das Energischeste betont haben.

So lesen wir in der Aeusserung des k. k. Hofbaurathes Schemmerl bezüglich der allgemeinen Regulierung des Etsch-Flusses in Tirol vom Jahre 1819 nachstehende Ausführung:

„Die Regulierung der Wildbäche und die Verklausungen der Gebirgsthäler, aus welchen das Versandungsmateriale dem Hauptflusse unaufhörlich zugeschwemmt wird, ist eine der ersten und wichtigsten Angelegenheiten, denn, wenn da nicht geholfen wird, wo das Uebel der Versandungen und der Grunderhebungen seine erste Nahrung erhält, was helfen alle Anordnungen und Verbesserungen in den Thälern."

An einer andern Stelle desselben Gutachtens heisst es:

„Die Hemmung und Verminderung der zu grossen Geschwindigkeit der Wildbäche mittelst von Strecke zu Strecke anzulegenden Verklausungen durch Steinkästen, vorgerichtete Stauwehren und ähnliche Mittel würden ihre Geschwindigkeit vermindern, weniger Abbrüche verursachen, somit auch die Erzeugung jenes Materiales hintanhalten, durch welches die Etsch und so viele andere Flüsse verschüttet, erhöht, und zu allen den Unordnungen gereizt werden, gegen welche der Wasserbau zu kämpfen hat.

Wie dieser wichtige Punkt nach Localverhältnissen und in Verbindung mit den vorgeschlagenen Verklausungen in Ausführung gesetzt werden könne, dürfte der Gegenstand besonderer Deliberationen oder noch besser einer mit einem ansehnlichen Preise zu krönenden Aufgabe sein."

Mit grösserer Wärme konnten die Staatsingenieure die Wildbach-Verbauung und Aufforstung nicht empfehlen. Ja, wir sehen sogar, dass auf diese Aufgabe die Preisausschreibung in Oesterreich von den Fachmännern schon im Jahre 1819 angerathen wurde, eine Maassregel, welche selbst in dem viel ärger bedrohten reichen Frankreich erst 19 Jahre später erfolgte und zu der, von der Akademie der Wissenschaften in Paris preisgekrönten und bahnbrechenden Arbeit des Ingenieurs Surell „Etude sur les torrents des Hautes-Alpes" erst im Jahre 1841 geführt hat. In ähnlicher Weise wie der k. k. Hofbaurath Schemmerl hat sich auch ein Schüler des berühmten Hydrotekten Paleocapa, der damalige Adjunct der Venediger k. k. Ober-Baudirection und spätere Hofbaurath Florian Pasetti in seinem unter dem 14. December 1845 erstatteten Gutachten über die Etsch-Regulierung ausgesprochen, in welchem er alle Maassregeln zum Schutze der Gebirgsgründe und zur Verbauung der Wildbäche befürwortet, welche auch heute noch als allgemein nothwendig anerkannt werden und durch später erlassene allerhöchste Entschliessungen in der Hauptsache als Grundlagen der Etsch-Regulierung in den fünfziger Jahren anerkannt worden sind.

Aus den damaligen Verhandlungsacten zwischen der k. k. Hofkanzlei und dem Hofkammeramte sind die fast unübersteiglichen Schwierigkeiten zu ersehen, welche bei der damaligen, durch Kriege zerrütteten traurigen Finanzlage des Staates, schon die Beschaffung der unerlässlichsten Geldmittel für die ersten Arbeiten der Etsch-Regulierung trotz der persönlichen Initiative des gütigen Monarchen, vorhanden waren.

Die erste dieser Arbeiten war die bekannte Ableitung des Noce-Baches in einem neuen Bette von 7 *km* Länge, wodurch die oberhalb Mezzo tedesco bis Salurn gelegenen Gemeinden, welche vollständig versumpft und von Fieberkrankheiten heimgesucht waren, wieder saniert wurden.

Diese Arbeit hatte keinen Verzug. Die Finanzverhältnisse waren damals auf das Aeusserste gespannt, und es wird wohl begreiflich sein, dass unter solchen Verhältnissen die Sanierung der Gebirgsgründe, trotzdem ihre Nothwendigkeit wohl bekannt war, den bereits zum Himmel schreienden Bedürfnissen der versumpften und verpesteten Hauptthäler nachstehen musste.

Eine weitaus ergiebigere Thätigkeit wurde nach der Ueberschwemmungskatastrophe des Jahres 1882 eingeleitet, als durch die Initiative Sr. Majestät des Kaisers veranlasst, sowohl das Reich als das Land Tirol die Aufgaben der Gewässerregulierung und Wildbach-Verbauung mit ausgiebigen Mitteln ausstatteten. Aber auch jetzt musste das Allerdringendste dem Dringenden vorangehen, um Versäumnisse, nicht wie man gewöhnlich hört, von Jahrhunderten, sondern von ungezählten Jahrtausenden gut zu machen. Der Genius der menschlichen Cultur ist eben jetzt erst zu dem für die historische Geologie hochwichtigen Zeitpunkte gelangt, in welchem er die rücksichtslose, nivellatorische Thätigkeit des Wassers nicht mehr apathisch zu dulden, sondern systematisch zu bekämpfen gesonnen ist.

Vorerst wurde für das Jahr 1883 von der hiezu gesetzlich berufenen Gewässer-Regulierungs-Commission in Innsbruck der Grundsatz aufgestellt, in diesem Jahre die dringendsten Schutzbauten herzustellen, deren Verzögerung von momentaner Gefahr wäre. Es wurden daher vor allem Dammbrüche bei bedrohten Ortschaften geschlossen, Reconstructionen schadhafter Werke vorgenommen und andere dringende Bauten ausgeführt. Hiebei wurde auch der Wildbach-Verbauung in hervorragender Weise gedacht.

Es wurden in allen bedrohten Thälern eigene Bauleitungen für die Gewässer-Regulierungsarbeiten aufgestellt, mit denen parallel Hand in Hand forestale Arbeiten von den k. k. Forst-

Inspectionsorganen ausgeführt wurden. Dem Verfasser dieser Zeilen wurde damals nach früherem Aufenthalte in Judicarien die Aufgabe zutheil, den Gewässer-Regulierungsarbeiten in der Valsugana, welche Seckendorf als das classische Wildbach-Gebiet Tirols bezeichnet, durch mehrere Jahre als Bauleiter vorzustehen, in welcher Stellung er Gelegenheit hatte, die Agenda der Wildbach-Verbauung aus eigener mehrjähriger Praxis gründlich kennen zu lernen.

Die Hilfsaction in Tirol wurde auf Grund des Gesetzes vom 13. März 1883, R.-G.-Bl. Nr. 31, eingeleitet, welchem zufolge ein Betrag von 6,800.000 fl. für Zwecke der Regulierung der Flüsse Drau, Rienz, Eisack, Brenta, Sarca und der Etsch in der Strecke von Sacco bis an die Landesgrenze, dann des Avisio, Noce und zur Verbauung der gefährlichsten Seitenbäche verwendet worden ist.

Die Verwendung geschah auf Grund eines von der Gewässer-Regulierungs-Commission in Innsbruck genehmigten General-Bauprogrammes, welches sich auf die Bauzeit vom Jahre 1883—1889 erstreckte.

Der überwiegend grösste Theil dieses Betrages wurde für die dringendsten Fluss-Regulierungsbauten verwendet und unter Leitung der betreffenden Ingenieure und unter der Oberleitung der Gewässer-Regulierungs-Commission, bezw. der k. k. Statthalterei und des Tiroler Landesausschusses ausgeführt. Neben diesen Fluss-Regulierungsarbeiten wurden durch die betreffenden Bauleiter auch zahlreiche Wildbach-Verbauungsarbeiten ausgeführt. Hand in Hand damit gieng das forestale Programm der forstlichen Inspectionsorgane der politischen Behörden, welche allerdings nur sehr kleine Beträge zur Verfügung hatten.

Gegen Ende der Gewässer-Regulierungs- und Wildbach-Verbauungsaction in Tirol trat auch im Jahre 1886 die inzwischen mit dem Erlass des k. k. Ackerbauministeriums vom 5. Juni 1884, Z. 7438, in anderen Ländern Oesterreichs ins Leben getretene „k. k. forsttechnische Abtheilung für Wildbach-Verbauung“ ins Spiel und begann mit der Ausarbeitung von Wildbach-Verbauungsprojecten im Rahmen eines hiefür reservierten Theilbetrages.

Dieser unter den Auspicien des h. Ackerbauministeriums ins Leben getretenen jungen Institution dürfte in Hinkunft bei fortschreitender Entwicklung derselben eine regere Thätigkeit zufallen, wobei wohl die Fühlung mit eigentlichen, erfahrenen und technisch gebildeten Ingenieuren nicht ausseracht gelassen werden wird.

Unter dieser Voraussetzung könnte die neue Institution vom Standpunkte der Hydrotechnik nur willkommen geheissen werden, indem hiedurch Specialisten eigener Art herangebildet werden könnten, welche sich zur Durchführung bestimmter Wildbach-Verbauungsarbeiten unter Umständen gut eignen würden.

Zu bemerken ist nur, dass nach allen Plänen für Wildbach-Verbauungen, welche von der genannten Abtheilung zur Vorlage gelangen und welche Verfasser als seineszeitiger Delegierter des k. k. Ministeriums des Innern bei der Tiroler Gewässer-Regulierungs-Commission in Innsbruck wiederholt einzusehen Gelegenheit hatte, es sich hauptsächlich nur um Herstellung grosser steinerner Thalsperren, Schalen, Ufermauern, wie auch hölzerner Thalsperren, Flechtzäunen u. s. w. handelte.

Eine Enteignung ganzer entwaldeter Gebiete behufs Verbauung und seinerzeitige Uebergabe des meliorierten Gebietes an die Besitzer im Sinne der französischen Wildbach-Verbauungs- und Aufforstungsarbeiten ist bisher, soviel dem Verfasser bekannt ist, nirgends vorgekommen.

Eine kurze Uebersicht der Wirksamkeit der „k. k. forsttechnischen Abtheilung für Wildbach-Verbauung“ findet sich übrigens in der anlässlich der land- und forstwirtschaftlichen Ausstellung in Wien 1890 im Auftrage des k. k. Ackerbau-Ministeriums verfassten Zusammenstellung unter dem Titel „Fortschritt und Erfolg auf dem Gebiete der Wildbach-Verbauung.“

141. Capitel.

Die grossen Thalsperren.

Wie schnell auch die Beruhigung der Gebirgsböden in Tirol sich vorgestellt werden sollte, sind doch alle Autoren und Praktiker längst darüber einig, dass hiezu mindestens einige Decennien gehören.

Nach Surell sind bloss zur vollständigen Einleitung aller Arbeiten in einem Perimeter 3—4 Jahre nothwendig. Das französische Programm der Befestigung der Gebirgsgründe erstreckt sich auf 80 Jahre und wer die Verhältnisse aus eigener mehrjähriger Auschauung kennt, die Finanzkraft und politischen Constellationen Oesterreichs im Auge behält, wird sich in Bezug auf den Termin für die vollständige Beruhigung der Gebirgsgründe in Oesterreich, insoferne davon überhaupt gesprochen werden kann, keiner überflüssigen Täuschung hingeben.

„Die Wildbach-Verbauung“ sagt der schweizerische Oberbaudirector v. Salis, „ist nicht eine in kurzer Zeit zu lösende Aufgabe, sondern dieselbe kann nur so aufgefasst werden, dass an Stelle der seit jeher stattgefundenen Vernachlässigung, eine systematische Verfolgung dieses Zweckes treten solle. Es handelt sich um eine Aufgabe von nicht zu bewältigenden Dimensionen, obwohl sie technisch möglich ist, weil sie ausser Verhältnis zu den Kosten steht.“

Der Staat wird nun allerdings für sein treues Land Tirol gewiss mindestens ebenso viel thun, als Frankreich im Verhältnisse seiner weitaus grösseren Finanzkraft für seine Gebirgsdepartements thut; aber täuschen wir uns darüber nicht, die Aufgabe ist so grossartig, dass wir erst nach Decennien einen derartigen Zustand der Seitenthäler erhoffen können, dass die Ortschaften und Culturen und die sie schützenden Regulierungsbauten an den Gewässern der Niederungen vor der Zerstörung durch die Geröllmassen in Sicherheit gebracht sein könnten.

„Wir können nicht warten“, sagt der ausgezeichnete Ingenieur Philipp Breton in seinem bekannten Werke: „Memoire sur les barrages de retenue des graviers dans les gorges des torrents“, „bis die forestalen Maassregeln beendet werden; diese Mittel würden zu spät kommen, unsere Thäler vor dem sichern Verderben zu retten.“

Was soll indessen gethan werden, um die oft unmittelbar am Ausgang der Thalschluchten auf den Schuttkegeln gelegenen Orte zu schützen, was, die Regulierungsarbeiten der Hauptflüsse, welche nicht auf Decennien verschoben werden können, von den durch die Seitenwildbäche gebildeten und die Versumpfung hervorrufenden Staurücken in den Flussbetten zu bewahren?

Hiezu gibt es wohl nur ein Mittel, das ist durch Erbauung von Thalsperren beim Ausgange der Thalschluchten Sammelbecken für das herabkommende Geschiebe für so lange Zeit herzustellen, als die Wildbach-Verbauung zur Erreichung ihrer umfassenden Ziele zweifellos benöthigt.

Dieses Princip liegt den Absperrungen der Seitenthäler nachweisbar überall zu Grunde und nicht etwa die Meinung der Ingenieure, mit solchen Thalsperren ganze Seitenthäler und Gebirgsstöcke zu beruhigen oder gar die Idee, der Ingenieurkunst Monumente zu erbauen, welche das Staunen der Menge herausfordern sollen.

Jedenfalls muss aber auf die solide Herstellung so grosser Thalsperren das grösste Gewicht gelegt werden.

Gegen die Wahl grosser Thalsperren wurde oft auch die Pont' alto-Sperre an der Fersina bei Trient geltend gemacht, bei dieser war es aber nicht das System, sondern die schlechte Ausführung der Sperre, welche Schäden und Gefahren wiederholt herbeiführte.

Die erste im Jahre 1537 erbaute Sperre war aus Holz! Wie lange sollte denn diese dauern? Doch jedenfalls nicht länger als das Holz vermodert ist.

Es ist daher der Einsturz dieser ersten Sperre nicht der geringste Beweis für eine Unzweckmässigkeit der Thalsperren überhaupt.

Nun versuchte man — wir müssen stets bedenken, dass wir es mit den ersten primitivsten Versuchen im Thalsperrbaue zu thun haben — die Sperre im Jahre 1550 etwas fester und zwar wie es heisst „in parte in pietra, in parte in muro", also wahrscheinlich aus grossen Steinblöcken mit mauerartiger Ausschlichtung der Zwischenräume herzustellen.

Sei es wegen dieser schlechten Structur, sei es wegen der unzureichenden Dimensionen, meint der Chronist, auch diese Sperre stürzte im Jahre 1564 zusammen.

Also auch diese Sperre war so gebaut, dass ihr Zusammensturz nach dem heutigen Stande der Ingenieurwissenschaft vorhergesagt werden könnte, und gewiss wird es niemanden einfallen, die Sperre in dieser Weise wieder zu bauen. Es kann also auch dieser zweite Einsturz die Beurtheilung über den Wert der Thalsperren nicht beeinflussen.

Im Jahre 1611 gieng man nun zum drittenmale ans Werk. Diesmal baute sie der Steinmetz Giulio Smidel so schlecht, dass sie, ganz contractwidrig ausgeführt, nicht einmal übernommen werden konnte und der Erbauer sich ins Ausland flüchten musste. Bei dieser dritten Sperre wartete man vernünftigerweise nicht auf den unter solchen Umständen unausbleiblichen Einsturz, sondern trug sie auf Kosten des Unternehmers ab.

Hier war daher von einem dritten Einsturz nicht die Rede, und kann aus dem ganzen Vorgang nur entnommen werden, dass Smidel seinen Verpflichtungen nicht nachkam. Zu einem abfälligen Urtheile über die Thalsperren ist also auch hier kein Anlass vorhanden.

Die auf Kosten des genannten Unternehmers abgetragene Sperre wurde aus demselben Materiale, vermuthlich mit Ausbesserung des Verbandes, wieder aufgebaut, das heisst, so gut es mit einmal verpfuschten Werken geht, nothdürftig zusammengeflickt.

Kein Wunder daher kann es nehmen, dass sie im Jahre 1686 stürzte.

Ein Theil derselben aber, von 4·98 *m* Höhe, steht jedoch noch heute, nach 279 Jahren.

Nun kommen wir zur fünften Auferbauung der Sperre im Jahre 1686. Diese bietet geradezu eine nach den bisherigen Erfahrungen unerwartete Ueberraschung. Auf die übrig gebliebenen Fundamente wurde nämlich ein Aufbau aus Holz errichtet! Er hielt so lange, bis das Holz morsch wurde, u. zw. bis zum Jahre 1747. Es ist dies eine genügende Dauer, wenn man bedenkt, dass sie nach dem Berichte des Chronisten, schon ganz faul und beschädigt war, daher vermuthlich nicht einmal für ihre Erhaltung gesorgt worden ist. Dieser Einsturz ist daher ebenfalls selbstverständlich nur ein Beweis des Leichtsinnes und des Unverständnisses der Erbauer, keineswegs aber ein Argument gegen den Bau von Thalsperren überhaupt.

In dieser Weise wurde an der Sperre von Pont' alto weiter gemeistert und bis noch vor wenigen Jahren war dieselbe in keinem befriedigenden Zustande, bis endlich im Jahre 1886 die Madruzza-Sperre als Vorsperre zur Sicherung des alten Gemäuers hergestellt und dadurch die vollste Sicherheit geschaffen wurde.

Die Wirkung dieser Sperre für Trient ist von höchster Wichtigkeit.

Bedenken wir, dass die Stadt Tient am Fusse des Schuttkegels der Fersina liegt und nach Erfahrungen an anderen Orten, ohne ihr, vermuthlich schon in Schutt begraben wäre.

Unterhalb der Thalsperre hat sich im Fersina-Bette das Gleichgewichtsprofil gebildet, daher die Spitze des Schuttkegels gesenkt, indem von bachaufwärts kein Material nachkommt. Nach dem Berichte des k. k. Oberbaurathes Semrad vom Jahre 1877 ist diese Vertiefung soweit eingetreten, dass die Dämme sogar wiederholt unterfangen werden mussten.

Diese ausgezeichnete Wirkung grosser Thalsperren ist nichts Neues, sie wurde fast überall beobachtet.

Der Vortheil der Sperre von Pont' alto für Trient steht ausser Zweifel und ist jeder im Irrthum, wenn er glaubt, dass die Bevölkerung von Trient diese Sperre und ihre Erhaltung nicht wünscht.

Schon die alten Chroniken zeigen, dass trotz aller Unglücksfälle die Nothwendigkeit der Sperre als unzweifelhaft dastand, und dies ist, wie dem Verfasser aus jahrelanger Berührung mit der dortigen Bevölkerung bekannt ist, auch heute vollkommen der Fall.

Als die alte, ebenfalls aus Trockenmauerwerk, also in ungenügender Weise, erbaute Sperre bei Cantanghel zusammenbrach, erhob sich ein förmlicher Sturm von Petitionen zum raschen Wiederaufbau derselben und ein etwaiges Anbot, den entsprechenden Kostenbetrag in den Hochlagen zur Aufforstung zu verwenden, würde mit Hohngelächter zurückgewiesen worden sein!

Und dies auch mit vollstem Rechte. Der Verhungernde säet eben nicht, weil er die Frucht nicht erwarten kann, sondern indessen zu Grunde gehen müsste.

Aehnliche Erwägungen gelten auch hinsichtlich der Avisio-Sperre.

Der Avisio fliesst unterhalb Cavalese bis zum Ausgange der Thalschlucht bei Lavis auf eine Länge von 28 *km* in einer 50 bis 60 *m* und an einigen Stellen noch minder breiten Schlucht, welche zum grossen Theile aus Alluvial- und Diluvial-Bänken von bedeutender Höhe begrenzt ist.

Die Geschiebe am Ausgange der Thalschlucht bei Lavis stammen nicht aus dem obern Fleims- oder Fassa-Thale, sondern nach ihrem 3—5 Cubik-Fuss messenden Inhalte fast ganz aus der untersten Strecke von Cembra bis Lavis; es würden also Verbauungen in den Hochlagen diese Geschiebezufuhr gar nicht beeinflussen.

Um diese zurückzuhalten sind Bauten am Ausgange der Thalschlucht unerlässlich, wenn nicht der Ort Lavis, die Staatsstrasse, der Eisenbahnviaduct „ai Vodi", das Campo Trentino, die Etsch-Regulierung und die Avisio-Regulierung der unfehlbaren Zerstörung preisgegeben werden wollen.

Es ist keine Frage, dass der Sammelbecken der Sperre binnen kurzem oder langem ausgefüllt wird, und die Sperre sodann ihre Wirksamkeit versagt, bis dahin dürften aber doch die Arbeiten im Thale die Geschiebezufuhr bedeutend herabmindern.

Ein Bedenken, welches gegen grosse Thalsperren häufig vorgebracht wird, ist die mit dem Einsturze verbundene Gefahr. Es ist daher von Wichtigkeit die Stichhältigkeit dieses Einwurfes zu prüfen.

Die Thalsperren sind eine uralte Erfindung. Der See Möris in Aegypten von König Amenemba im Jahre 2200 v. Chr. war ein mit Hilfe einer Thalsperre bewirkter Wasserbehälter.

In Indien besteht in der Nähe von Haiderabad ebenfalls ein solcher aus uralter Zeit stammender Teich von bedeutender Grösse.

Der Damm, der den Mesa-Fluss aufstaut, durchzieht halbkreisförmig ein breites Thal und hat eine Breite von 50 *m* und eine Höhe von 10 *m*. In Algier haben die Franzosen in neuerer Zeit einige grosse Thalsperren zu Hochreservoirs errichtet, von denen die grösste eine Höhe von 40 *m* hat.

Grosse Thalsperren besitzt weiters Frankreich und England in grösster Zahl.

Sie haben bisher in der Regel allen Hochfluten widerstanden und sind gewiss auch monumentale mit grossen Gefahren verbundene Bauten.

Für grosse Gefahren ist eben die grosse Festigkeit das Mittel, welches die Ingenieurswissenschaft denselben mit Erfolg entgegenzusetzen geeignet sein muss.

Allüberall betrachtet man die Gefahren grosser Thalsperren als kein Hindernis ihrer Errichtung, sondern als einen Fingerzeig zur soliden und wohldurchdachten Construction derselben.

In der jüngst erschienenen „Denkschrift über die Verminderung der Hochwasserverheerungen im Flussgebiete der Steinlach durch Anlagen von Sammelwehren", bearbeitet vom württembergischen Ministerium, sind diesbezüglich nachstehende bemerkenswerte Schlussworte enthalten:

„Wird bei der Situierung, Terrainuntersuchung, Gründung und der übrigen Ausführung der Stau-Anlagen mit möglichster Umsicht und Sorgfalt verfahren, werden die Dimensionen an der Hand der Wissenschaft und der Erfahrung ausreichend bemessen, so können auch Thalsperren mit derjenigen Sicherheit zu Stande gebracht werden, welche man von Werken menschlicher Thätigkeit überhaupt erwarten kann.

Wegen ihrer angeblichen Gefährlichkeit dürften daher auch die grössten Thalsperren nicht verworfen werden. Sie haben ihre berechtigte Stelle in der Reihe der Werke, welche zur Erhöhung der Volkswirtschaft seit Jahrhunderten geschaffen werden."

Wir gelangen daher zum Schlusse, dass grosse Thalsperren ohne Bedenken gebaut werden können und sollen, wo vermöge ihrer Lage und eines ausgiebigen, hinter denselben befindlichen Sammelbeckens, die Zurückhaltung des Geschiebes in grossen Massen und die Hebung der Thalsohle wie die damit verbundene Beruhigung steiler Uferbrüche leicht erzielt werden kann.

Ganz besonders aber empfehlen sich diese Thalsperren zum directen Schutze der Ortschaften und Culturen und werden dort geradezu zur Nothwendigkeit.

Ein Hauptgrundsatz bei der Construction grosser Thalsperren ist die Schaffung eines widerstandsfähigen und genügend dimensionierten Umlaufcanales, in welcher Hinsicht oft noch gefehlt wird.

Aber auch diese Schwierigkeiten, welche beispielsweise bei Besprechung der Avisio-Sperre erwähnt sind, bieten durchaus keine allzuschwer lösbaren Probleme, nur ist es erforderlich, sie schon bei der Projectierung vorzusehen, weil spätere Reconstructionen stets mit unverhältnismässigen Kosten und Gefahren verbunden sind.

142. Capitel.

Der Wald und die Ueberschwemmungen.

Wie wir gesehen haben, waren die Ingenieure stets bemüht, auf die Gefahren der Entwaldung aufmerksam zu machen, indem durch diese die Regulierungsbauten an den Gewässern in ihren Wirkungen beeinträchtigt und geschädigt wurden.

Der Wert des Waldes ist von Ingenieuren allgemein anerkannt.

„Die Waldfrage", sagt der badische Oberbaudirector Honsell, „ist die am wenigsten zweifelhafte, denn es ist nicht zu bestreiten und auch von keiner Seite bestritten, dass die Entwaldungen im grossen Umfange zu namhaften Uebelständen führen, zu Abschwemmungen der Gehänge im Gebirge, zu Bergrutschungen, Ueberhäufung der Flussgerinne mit Gerölle und zu beschleunigtem, unter Umständen auch vermehrten Abfluss des Wassers von den Höhen in die Thäler.

Wie sich die Folgen gestalten können, davon geben manche Gegenden in Griechenland, Spanien, im mittäglichen Frankreich und am Karst beredtes Zeugnis."

Diesem Glaubensbekenntnis schliessen sich alle Ingenieure, welche die Alpenländer aus eigener Anschauung kennen, ausnahmslos an und haben, wie wir sahen, zur Verbreitung desselben stets das Möglichste gethan.

„Es ist aber," schreibt Honsell, „eine allgemeine Charakteristik der modernen Neuerer, dass sie eine von ihnen einmal erfasste Idee als unfehlbares Remedium für alles und jedes hinstellen möchten."

So wird auch dem Walde seine ehrliche und segensreiche Rolle als Regulator der Nieder- und Mittelwässer und als Erschwerer der Wildbachbildung noch nicht als genügend anerkannt — er soll und muss nach Ansicht gewisser Enthusiasten alle Ueberschwemmungen überhaupt verhüten, die Bildung eines Wildbaches im bewaldeten Boden ganz unmöglich machen.

Behandeln wir zuerst die Ueberschwemmungen. Die Ursache grosser Ueberschwemmungen ganzer Landestheile, wie sie als ausserordentliche Elementarkatastrophen nur wenigemal in einem Jahrhundert einzutreten pflegen, ist nicht localer, sondern kosmischer Natur, und besteht in ausserordentlichen, relativen Niederschlagsmengen, welche durch klimatische und meteorologische Verhältnisse veranlasst, in einzelnen Zeitperioden mit besonderer Heftigkeit auftreten.

An den Südabhängen der Alpen werden derlei ausserordentliche Niederschläge zumeist durch eine relativ allzurasche Abkühlung der mit den Wasserdämpfen des Meeres gesättigten warmen Südwinde, an den in vorgerückter Jahreszeit mitunter noch mit Schnee und Eis bedeckten Höhen hervorgebracht. Es liegen daher die Ursachen dieser ausserordentlichen Wassermenge, wie dies allgemein bekannt ist, vornehmlich in der Wechselwirkung der Nord- und Südwinde und der Höhenlage der Alpen. Diese Winde aber kommen ihrerseits aus weiten Gegenden, auf welche der locale Zustand der Alpen, z. B. deren Bewaldung, keinen Einfluss mehr haben kann.

Die Bewaldung kann, soweit stimmen heute die hervorragendsten Fachmänner der Meteorologie überein, höchstens das locale Klima verändern, ist aber nicht imstande, ein Land von den grossen kosmischen Strömungen der Winde und deren Folgen unabhängig zu machen.

Die grossen Niederschlagsmengen werden daher immer statthaben, wenn auch die Wiederbewaldung im ausgedehntesten Maasse durchgeführt werden würde.

Es wird zuweilen sogar behauptet, dass der Wald auch die grössten Niederschlagsmengen aufzusaugen und deren Abfluss dermaassen zu verlangsamen fähig sei, dass bei einer gründlichen Wiederbewaldung trotz der grössten Niederschläge grosse Ueberschwemmungen der Thäler nicht möglich würden.

Auch diese Ansicht ist aber nicht begründet, denn selbst die Aufsaugungsfähigkeit der besten Wald- und Rasendecke,

deren vorzügliche Wirkung im allgemeinen als Regulator für Nieder- und Mittelwässer nicht verkannt werden soll, gelangt schliesslich an ihre natürliche Grenze.

Das Laub der Bäume, der Grashalm, das Moos können nur eine bestimmte Wassermenge zurückhalten, diese ist aber erfahrungsmässig weitaus geringer als die ausserordentlichen Niederschläge grosser Landeskatastrophen dies erfordern würden.

„Es gibt," schreibt der ausgezeichnete Geograph Sonklar, „gar keine anwendbaren Mittel, um das zeitweilige Auftreten von Ueberschwemmungen zu verhindern. Diese hängen hauptsächlich von der Masse und der Dauer der atmosphärischen Niederschläge ab, welche beide oft so bedeutend sind, dass sie aller menschlichen Schutzmittel spotten.

Wenn Wochen und Monate lang die Schleussen des Himmels offen stehen, wenn Boden und Vegetation von Nässe gesättigt sind, muss der Wasserertrag der nachfolgenden Regengüsse endlich doch in die Thäler abfliessen und sich auf dem Grunde derselben zu gefährlichen Massen ansammeln."

„Die Aufforstung," schreibt Sonklar, „wird die Ueberschwemmungen nie ganz aufheben. Es hat nämlich zu allen Zeiten, ehe noch Wälder verwüstet waren und auch jetzt noch in gut bewaldeten Ländern grosse und bösartige Ueberschwemmungen gegeben."

Paulus Diaconus, der Geschichtsschreiber der Longobarden, erzählt im 23. Capitel des III. Buches, dass im Jahre 585 n. Chr. eine Wasserflut in den Gebieten Venetiens und Liguriens stattgefunden hat, wie nach Noë keine gewesen sein dürfte.

Es ereigneten sich Murrbrüche, Zerstörung von Gütern und Dörfern und Untergang vieler Menschen und Thiere. Die Etsch stieg damals so hoch, dass das Wasser bei der Kirche des hl. Zeno in Verona bis zu den oberen Fenstern reichte. Aus diesen Angaben und dem Vergleiche der gegenwärtigen Terrainverhältnisse mit denselben schliesst Sonklar, dass dieses Hochwasser bedeutend höher als dasjenige vom Jahre 1882 gewesen sein musste.

Damals aber waren die Berge Tirols gewiss noch gut bewaldet.

Seit dieser Zeit gibt uns die Chronik für jedes Jahrhundert Nachrichten von zahlreichen und furchtbaren Ueberschwemmungen.

Ueber die Höhen der Wasserstände fehlen uns jede Angaben, wir sind daher auch nicht in der Lage behaupten zu können, dass dieselben geringer als die heutigen gewesen wären.

Wenn es übrigens auch, was sehr fraglich ist, erwiesen wäre, das Ueberschwemmungen jetzt häufiger vorkommen, als in früherer Zeit, so steht es anderseits fest, dass in den letzten Decennien die ausserordentlichen Regenhöhen und die Zeitdauer der Niederschläge ebenfalls abnorm hoch waren, daher ein viel näherer Erklärungsgrund für die Hochwässer vorliegt und die Annahme, dass das häufigere Auftreten grosser Hochwässer mit der Waldfrage in allzu grosser Verbindung steht, noch eines weiteren Beweises bedarf.

Unsere Beobachtungen darüber, die erst seit einem verhältnismässig kurzen Zeitraume gepflogen werden, sind hiezu noch viel zu mangelhaft und unzureichend.

Schwarzwald, Odenwald, das pfälzische Hardtgebirge, Spessart und Fichtelgebirge gehören nach Oberbaurath Honsell zu den bestbewaldeten Gegenden des deutschen Mittelgebirges und der Wald erfreut sich dort, wie auch in den Vogesen und im schwäbischen und fränkischen Jura einer allgemeinen sorgsamen Pflege.

Aehnlich liegen die Verhältnisse auch in der Schweiz und doch haben gerade die genannten Thäler bei der Ueberschwemmung des Rheines im Jahre 1882 die grössten Hochwassermassen geliefert. In der nächsten Umgebung Wiens zeigt der aus einem vorzüglich bewaldeten Thale entspringende Wien-Fluss ein ganz ausserordentliches Verhältnis zwischen Hoch- und Niederwasser.

Solchen Verhältnissen begegnen wir aber überall, so dass man mit Bestimmtheit sagen kann, dass ausserordentliche Ueberschwemmungs-Katastrophen trotz der besten Bewaldung immer noch stattfinden werden.

Dies sei nicht gesagt, um den ausserordentlichen Wert des Waldes bei Verhinderung kleiner Ueberschwemmungen, der Verhütung von Abschwemmung ganzer Hänge u. s. w. herabzusetzen, sondern nur um der Wahrheit gemäss die gegenwärtig modern gewordenen allzu grossen Hoffnungen auf die geplante Wiederbewaldung auf das richtige, fachgemässe Maass zurückzuführen.

Es wird weiters auch die Meinung verbreitet, dass der Wald die Bildung von Wildbächen geradezu unmöglich macht, diese Ansicht ist aber keineswegs richtig.

Die Bildung der Thäler und die Chronik der Ueberschwemmungen zeigen nämlich, dass Murrbrüche und Wildbäche zu allen Zeiten, also auch zu Zeiten bestanden haben, wo unsere Alpen noch mit schönen Wäldern bestockt waren. Ebenso weisen auch die heutigen Erfahrungen in den Alpenländern bedeutende Wildbäche und geschiebeführende Gebirgsflüsse in sehr gut bewaldeten Gegenden auf.

Der Schutz des Bodens durch den Rasen und den Wald ist eben nur für ziemlich gleich geneigte ebene Hänge vorhanden, längs derer das Wasser in einer Schicht verlangsamt abfliesst. Wo sich aber bei dem Zusammenstossen mehrerer Hänge eine Rinne, Mulde, überhaupt ein Wasserlauf bildet, muss derselbe schon bei geringem Gefälle und schwacher Consumtion die Rasendecke durchbrechen. Der Bodenschutz durch die Pflanzendecke besteht daher für ausgebildete Läufe nur im geringeren Maasse an den Ufern derselben.

In der so gebildeten Furche beginnt das Wasser seine nivellierende Thätigkeit, indem es namentlich bei Hochwasser sein Bett in die Tiefe gräbt und seitwärts erweitert. Dieser Erosion kann der nur auf der Oberfläche des anstossenden Hanges befindliche Rasen nicht wiederstehen, er wird in den Bach hineingezogen und abgeschwemmt, ihm folgen bei vergrösserter Kraft des Baches im Unterlaufe auch Sträucher, Bäume, Felsblöcke und ganze, wenn auch bewaldete Bergpartien nach.

Der Bach muss eben das ihm nach seiner lebendigen Kraft und dem Bodenwiderstande zukommende Ausgleichsprofil erreichen, er vertieft sich bis zu 100 *m* und mehr in den Boden, bildet steile Uferhänge, welche allmählich und stossweise zum Absturze gelangen, er unterwäscht dieselben neuerdings und bildet so, trotz des bestgepflegten Waldes, einen gefährlichen, geschiebeführenden Wildbach, welcher bei Hochwässern Tausende von Holzstämmen zerstörend herabführt und durch Einspiessen derselben in den Boden Verklausungen und in weiterer Folge Murren und Giessen verursacht.

Die Natur selbst hat die Wildbäche gebildet, welche nothwendig entstehen mussten, indem die den früheren geologischen Perioden, namentlich der Eiszeit angepassten Längenprofile der Thäler selbstverständlich in zahllosen Fällen, von den unter den gegenwärtigen Verhältnissen angestrebten Ausgleichsprofilen der Gewässer wesentlich abweichen mussten.

Uferabbrüche, Einstürze, Geschiebeführung, Murren, Giessen u. s. w. sind aber die unausweislichen Folgen dieser Höhendifferenzen der beiden genannten Längenprofile.

Diesem natürlichen geologischen Bildungsprocesse ist aber auch der Mensch durch Entwaldung u. s. w. fördernd, anderseits aber auch durch Verbauung hemmend in den Weg getreten.

Die Rettung liegt also auch hier, wie bei den Gewässerregulierungen in den Niederungen, nicht in der Rückkehr zur Natur, sondern in der Kunst, welche der Mensch zur Erhaltung seines Daseins der nach ihren eigenen starren Grenzen waltenden Natur kämpfend entgegensetzen muss.

Wenn also Fabre in seinem Werke „Essai sur la theorie des torrents et des rivières, Paris 1797" die Aufforstung nur darum wünscht, weil dieselbe bisher die Bildung von Wildbächen so wunderbar hintangehalten habe, und dies daher auch in der Zukunft thun dürfte, so kann man darin jenen naiven Zug nicht verkennen, der jungen Disciplinen eigen zu sein pflegt, kann aber nach dem Vorhergehenden die Richtigkeit seiner Zuversicht nicht anerkennen.

Wir gelangen daher bezüglich des Waldes zu dem Schlusse, dass die Wiederaufforstung, Hand in Hand mit der Wildbach-Verbauung, sehr empfehlenswert ist, dass aber durch diese allein Ueberschwemmungen noch nicht hintangehalten, sondern selbstverständlich noch ausgedehnte Regulierungen der Niederungen und Wildbach-Verbauungen nach wie vor unerlässlich werden.

Die Wiederbewaldung soll namentlich dort mit Ernst und Eifer betrieben werden, wo thatsächlich bedeutende Entwaldungen an Stellen vorgekommen sind, die sich im Abbruch befinden.

Hiedurch werden nicht nur grosse Geschiebemassen im Gebirge zurückgehalten, sondern auch grosse Bodenflächen im Gebirge der Waldcultur erhalten.

Hand in Hand damit wird aber stets auch die Regulierung der Flüsse in den Thälern und der Gebirgszuflüsse vorgenommen werden müssen. Die thunlichste Wiederbewaldung stark entwaldeter Höhenlagen ist nicht der Anfang, sondern erst das Ende und die Krönung des Flussregulierungs- und Wildbach-Verbauungswerkes, durch welches das nach dem Menschenleben grösste Nationalgut, das ist der Boden, erhalten werden soll.

ANHANG I.

Gutachten der Etsch-Regulierungs-Oberbauleitung in Innsbruck über die Einrichtung des hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes im Flussgebiete der Etsch.

Einleitung.

Mit h. Erlasse des k. k. Ackerbauministeriums vom 6. September 1890, Z. 12.179 (Statth.-Z. 21.780), wurde die k. k. Statthalterei in Innsbruck beauftragt, die meteorologischen und hydrographischen Daten im Gebiete des Etsch-Flusses, insoweit solche überhaupt vorhanden und zu erhalten seien, zu sammeln, insoferne aber deren Erlangung sich unter den gegenwärtigen Verhältnissen als unthunlich erweisen sollte, die Einrichtung eines hydrographischen Beobachtungsdienstes für den Umfang des Etsch-Gebietes in Erwägung zu ziehen, und die darauf bezüglichen Anträge — eventuell im Einvernehmen mit dem Landesausschusse — zu erstatten.

In derselben Richtung hat auch der Centralausschuss des deutschen und österreichischen Alpenvereines in Wien unter dem 17. October 1890 eine Eingabe an den k. k. Specialcommissär der Etsch-Regulierung in Bozen gerichtet, welche von letzterem mit Bericht vom 21. October, Nr. 881 (Statth.-Z. 25.396), der k. k. Statthalterei zur Schlussfassung vorgelegt wurde.

Aus dieser Eingabe ist zu entnehmen, dass der Centralausschuss des deutschen und österreichischen Alpenvereines den k. k. Professor an der Wiener Universität Dr. Albert Penck aufgefordert hat, ein Gutachten über die Einrichtung eines hydrographischen, ombrometrischen und eines Warnungsdienstes im Etsch-Gebiete auszuarbeiten.

Professor Penck ist diesem Ersuchen nachgekommen und hat dem Centralausschusse des genannten Vereines ein umfassendes Gutachten vorgelegt, in welchem insbesondere hervorgehoben wird, dass es nunmehr durch eingehende Forschungen maassgebender Fachmänner festgestellt erscheint, dass die im letzten Decennium wiederholt auftretenden Ueberschwemmungen keineswegs durch Entwaldungen oder Flussregulierungen, sondern vielmehr durch allgemeine kosmische Ursachen bedingt seien, welche letztere gegenwärtig eine Periode bedeutender Niederschläge erzeugen. Es sei daher eine Grundbedingung aller, an Flüssen vorzunehmenden Maassnahmen die Grösse dieser Niederschläge kennen zu lernen, um den Flussgerinnen die zum schadlosen Abflusse der Hochwässer erforderlichen Ausmaasse ertheilen zu können.

Weiters betont Professor Penck die Nothwendigkeit des hydrographischen und Nachrichtendienstes, wobei er die Ansicht ausspricht, dass nur der Staat in der Lage sein könne, die besprochenen Einrichtungen in entsprechender Weise zu schaffen und fortzuführen.

Der Centralausschuss des deutschen und österreichischen Alpenvereines legte dieses Gutachten Professor Penck's mit dem Bemerken vor, dass der genannte Verein die Vornahme hydrographischer Untersuchungen seit zwei Jahren in sein Arbeitsprogramm aufgenommen habe und dass es sein lebhaftes Bestreben sei, den durch die häufig wiederkehrenden Ueberschwemmungen hart heimgesuchten Alpenthälern und deren Bewohnern nach seinen Kräften sich nützlich zu erweisen, und die mit der Durchführung der Schutzarbeiten betrauten Staatsbehörden nach Möglichkeit in ihrer dem öffentlichen Wohle gewidmeten Thätigkeit zu unterstützen.

Schliesslich langte noch unter dem 7. Jänner 1891 (Statth.-Z. 712) eine Eingabe des technischen Clubs Bozen-Meran und dasjenigen von Innsbruck bei der k. k. Statthalterei ein, in welcher die Errichtung eines hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes nicht nur im Etsch-Gebiet, sondern auch in Nordtirol für äusserst dringlich bezeichnet wird.

In der in der Sitzung des technischen Clubs Bozen-Meran vom 17. December 1890 gefassten Resolution wird besonders hervorgehoben, dass das Niederschlagsgebiet der Etsch vermöge seiner geographischen, geologischen und klimatischen Verhältnisse in besonderem Grade die Vorbedingungen für eine wechselreiche, bedrohliche und schädliche Gestaltung des Abflusses der atmosphärischen Niederschläge besitze.

Obwohl nach Ansicht des technischen Clubs Bozen-Meran die Wasserbautechniker von den vorhandenen Grundlagen ausgehend bei den Regulierungen der Etsch mit ihren Seitenzuflüssen ihr bestes Wissen und Können daran gesetzt haben, um ihren Aufgaben gerecht zu werden, so dränge sich doch nach den Erfahrungen der letzten Jahre mit ihren zunehmenden Hochwassergefahren dem Wasserbautechniker mehr und mehr die Ueberzeugung auf, dass jetzt schon Aenderungen in den Grundlagen und Voraussetzungen der bisherigen Wasserbaubestrebungen eingetreten seien, welche einer Controle und Berücksichtigung darum nicht unterzogen werden können, weil ziffermässige Daten über solche Veränderungen dermalen nur in sehr beschränktem Umfange gesammelt werden können, und weil ziffermässige Beobachtungsreihen betreffs der einschlägigen Fragepunkte nicht vorliegen.

Daraus folgert der technische Club Bozen-Meran die Nothwendigkeit, ausgedehnte, systematische, und vor allem ausgedehnte Studien über alle in der Hydrotechnik in Betracht fallenden Momente anzustellen, und damit für die kommenden Jahre und für spätere Generationen eine breitere und verlässlichere Grundlage zur Behandlung aller Wasserbaufragen zu schaffen.

Die Beobachtung der Niederschlagsmengen über dem ganzen Flussgebiete werde ziffermässige Klarheit über eintretende Aenderungen der Niederschlagsverhältnisse, und über das Vorhandensein säculärer Schwankungen in den Niederschlägen bringen.

Ausgedehnte Pegelbeobachtungen, bezw. die Beobachtung und Erhebung der Abflussmengen in den Wasserläufen werden Aufschluss geben über die Abflussverhältnisse in den einzelnen Sammelgebieten und im Hauptthale, über die Entstehung, Vorwärtsbewegung und Summierung der Hochwasserwellen, über die Veränderungen des Wasserabflusses infolge von natürlichen und künstlichen Umgestaltungen, Stauwerken, Regulierungen, Entwässerungen und über die daraus für den Unterlauf sich ergebenden Folgen.

Die Beachtung der Entstehung, Vorwärtsbewegung, Grösse, Vermehrung und Wirkungsweise der Geschiebe, die Wahrnehmung der Veränderungen an den Ufern, Thalhängen, der culturellen Verhältnisse u. s. w. werden weitere gewichtige Momente ergeben für die erfolgreiche und vorbedachte Bethätigung des Wasserbaudienstes.

Damit in Verbindung müsste auch ein Warnungsdienst über bevorstehendes Ansteigen der Gewässer eingerichtet werden.

Der technische Club Bozen-Meran macht schliesslich darauf aufmerksam, dass andere Länder den fortschreitenden Bestrebungen der Hydrotechnik bereits entgegengekommen seien. So werden in Baiern, Sachsen u. s. w. seit langem systematische Beobachtungen angestellt. Preussen besitze seit 1886 in jeder Provinz ein hydrographisches Amt. Im Grossherzogthum Baden bestehe seit 1883 ein Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie. Es sei daher bereits dringend nothwendig, auch für das Flussgebiet der Etsch einen ähnlichen hydrographischen Dienst zu organisieren.

Dieser Resolution hat sich auch der technische Club in Innsbruck in seiner Sitzung vom 29. December 1890 mit dem Bemerken angeschlossen, dass, wenn auch die Einrichtung des hydrographischen und ombrometrischen Beobachtungsdienstes zunächst und in erster Linie für das Etsch-Thal von höchster Dringlichkeit sei, dieselbe doch auch für den nördlichen Landestheil von nicht minderer Bedeutung erscheine.

Auf Grund der Anregungen des h. k. k. Ackerbauministeriums und des deutschen und österreichischen Alpenvereines hat die k. k. Statthalterei bereits am 13. October 1890 unter Z. 25.396 sich insbesondere an die Direction der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, als auch an den Landesculturrath des Königreiches Böhmen behufs Abgabe der dortigen Wohlmeinung über die geplante Einrichtung des hydrographischen und meteorologischen Dienstes im Etsch-Gebiete gewendet.

Rücksichtlich der hydrographischen und ombrometrischen Beobachtungen, welche in Böhmen vom culturtechnischen Bureau des Landesculturrathes in mustergiltiger Weise ausgeführt werden, sowie auch über die Organisation dieses Dienstzweiges ertheilte das Präsidium des Landesculturrathes unter 29. December 1890, Nr. 4387 (Statth.-Z. 1597 ex 1891) und im Wege der k. k. Statthalterei in Böhmen unter dem 11. Februar 1891, Nr. 50 (Statth.-Z. 9744), in dankenswertem Entgegenkommen die umfassendsten Auskünfte, und legte der betreffenden Zuschrift nachstehende Artikel, Drucksachen und Formularien bei, aus denen alle Details des in Rede stehenden Dienstes mit Genauigkeit entnommen werden können:

1. Die hydrometrischen Beobachtungen während der Jahre 1875 und 1876, dann 1877, 1878 und 1879, endlich der Jahre 1880 bis incl. 1888 (Publication II bis VI und VIII bis XIII der hydrometrischen Section).
2. Die Ergebnisse der Pegelbeobachtungen für das Jahr 1889 (Heft I der Publicationen der hydrographischen Abtheilung des technischen Bureau des Landesculturrathes in Böhmen).
3. Die hydrometrischen Arbeiten an der Elbe bei Tetschen (Publ. VII der hydrom. Section).
4. Hochwasserprognosen (Zeitungsartikel).
5. Resultate der ombrometrischen Beobachtungen in Böhmen während des Jahres 1888.
6. Ergebnisse der ombrometrischen Beobachtungen in Böhmen für das Jahr 1889.
7. Instruction für die Pegelbeobachter.
8. Instruction für die Regenbeobachter.
9. Formular für die Regenbeobachter (Monatsausweis).
10. Formular für die Pegelbeobachtungen (Monatsausweis).
11. Bericht über die Thätigkeit des culturtechnischen Bureaus im Jahre 1889.

In gleich bereitwilliger Weise hat auch die Direction der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien unter dem 20. November 1890, Nr. 563 (Statth.-Z. 27.800 ex 1890), ein umfassendes Gutachten über die Organisation des ombrometrischen Beobachtungsdienstes der k. k. Statthalterei zur Verfügung gestellt.

Weitere wichtige Anhaltspunkte über die Organisation und Functionierung einer ähnlichen mustergiltigen Anstalt, nämlich des „Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden“ wurden aus den zahlreichen Publicationen dieser Anstalt entnommen.

Schliesslich wurden in der wissenschaftlichen Literatur Anhaltspunkte über die Einrichtung des hydrographischen Beobachtungsdienstes in Frankreich und Italien vorgefunden, welche eine theilweise Benützung der in diesen Ländern bereits gemachten Erfahrungen gestatten.

Ausserdem hat die k. k. Statthalterei nicht ermangelt, ein Verzeichnis der bestehenden Regen- und Pegelstationen im Etsch-Gebiete anzufertigen, die bereits bestehenden Beobachtungsdaten zu sammeln, zu sichten und in wissenschaftlicher Weise zu verwerten, wie dies bei Besprechung der einzelnen Theile der gestellten Aufgabe des Näheren erörtert werden wird.

1. Capitel.

Der Zweck des meteorologischen und hydrographischen Beobachtungsdienstes.

Der Zweck des meteorologischen Beobachtungsdienstes ist in erster Linie ein wissenschaftlicher. Er begreift in sich die Sammlung und Verwertung der Beobachtungen über Temperatur, atmosphärische Feuchtigkeit, Bewölkung, Gewitter, Luftdruck, Winde, Niederschläge, Erdmagnetismus, Gletscher, Wasserstände der Flüsse und Seen, atmosphärische Elektricität, Sonnenflecken und manche andere das Klima beeinflussende und mit diesen in Verbindung stehende Factoren. Die Meteorologie bildet daher die Grundlage der Klimatologie.

So wichtig sie in allgemein wissenschaftlicher Beziehung ist, so kommt sie doch für die Regulierung der Flüsse zweifellos erst in zweiter Reihe in Betracht, indem für die Letztere die eigentlichen hydrographischen Beobachtungen von ausschlaggebender Wichtigkeit sind, während von den eigentlichen meteorologischen Beobachtungen hauptsächlich nur die Niederschlagsbeobachtungen nothwendig erscheinen.

Für die Flussregulierungen sind vornehmlich folgende Fragen von Wichtigkeit:

1. Die Beobachtung der Niederschlagsverhältnisse, insbesondere der Form der Niederschläge, der Regen- und Schneehöhe, der Ausdehnung und der Dauer der Niederschläge in jedem einzelnen seitlichen Zufluss- und im Hauptflussgebiete.

2. Die Beobachtung der Schneeschmelze, ihre Ausdehnung und Grösse, sowie der Gletscherschwankungen.

3. Die Beobachtung der Seen, insbesondere derjenigen, welche keine Abflüsse haben.

4. Die Ermittlung der Geschwindigkeit, mit welcher die Niederschlagswässer in die Seiten- und Hauptzuflüsse gelangen.

5. Die Ermittlung der Wassermenge, welche durch Verdunstung verloren geht und derjenigen, welche in den Boden einsickert. Die Verfolgung der einsickernden Wässer in ihrem weiteren Verlaufe als Grund- und Quellwässer, sowohl ihrer Wanderungsbahn, als ihrer Grösse nach, als Grundlage für die unterirdische Hydrographie, insbesondere die Constatierung der Grundwasserschwankungen.

6. Beobachtungen über die Höhenlage und den Einfluss des Grundwassers auf die Landescultur und auf die Ergiebigkeit der Brunnen und Quellen.

7. Die Beobachtung der Ablaufsverhältnisse des Flusses und zwar der Wasserstände im Haupt- und in den Zuflüssen im Verlaufe des ganzen Jahres, sowie die Ermittlung der Mittelwerte der Wasserstände in Perioden von Monaten, Jahreszeiten, Jahren u. s. w. für Nieder-, Mittel- und Hochwässer.

8. Die Beobachtung des Zusammenhanges des Wasserstandes im Hauptflusse mit den Wasserständen der seitlichen Zuflüsse.

9. Die Beobachtung der Durchflussmengen des Flusses und der Seitenzuflüsse im Verlaufe des ganzen Jahres, sowie in einzelnen Perioden.

10. Die Beobachtung der Ueberschwemmungen, ihrer Ausdehnung, Grösse und ihrer Ursachen und Wirkungen.

11. Die Beobachtungen über den Schlammgehalt der Trübwässer und über Art, Grösse, Abrieb und Transport der Geschiebe.

12. Die Evidenzhaltung des Flussbettes in Bezug auf Längen- und Querprofil und die Veränderungen im Laufe der Zeit, insbesondere nach Hochwässern.

13. Die Evidenzhaltung der im Flusse befindlichen Wasserbauten.

14. Die Beobachtung des Einflusses einzelner Wasserbauten auf die Wasser- und Geschiebeführung des Flusses.

15. Die Beobachtung der Ursachen, welche eine Verlangsamung des Wasserablaufes verursachen, insbesondere der geologischen Natur und der Aufsaugungsfähigkeit des Bodens, die Cultur, insbesondere die Bewaldung desselben, der Seen, Sammelbassins und sonstiger natürlicher oder künstlicher Verhältnisse, welche retardierend einwirken.

16. Die Vorausbestimmung der Wasserstände an bestimmten Orten und die Einrichtung eines Warnungsdienstes vor Ueberschwemmungen längs des Flusslaufes.

17. Die Bildung einer Wasserstatistik rücksichtlich der bereits ausgenützten und noch verfügbaren Wasserkräfte.

18. Die Beobachtung der Schiffahrts-, Flösserei- und Triftverhältnisse und ihrer Wirkung auf die Uferbauten und das Regime des Flusses überhaupt.

19. Die Beobachtung über die Giltigkeit der verschiedenen Formeln zur Berechnung der Wassergeschwindigkeit und Wassermengen, bezw. die Ermittlung der richtigen Coëfficienten.

20. Die Beobachtungen der Veränderungen in der Cultur und der Bewirtschaftungsweise der Thalgründe mit besonderer Berücksichtigung der Bodenverbesserung oder -Verschlechterung.

21. Die Sammlung statistischer Daten über den Bodenertrag.

22. Die Sammlung statistischer Daten über die Gesundheitsverhältnisse der Bewohner, insoweit dieselben mit dem Stande des Grundwassers, eventuellen Versumpfungen u. s. w. in Verbindung stehen.

23. Die Sammlung aller Beobachtungen aus älteren Zeiten, insoferne sie aus Werken, Archiven der Gemeinden, Consortien, Vereine etc. zu erhalten sind.

24. Die Sammlung beglaubigter Traditionen rücksichtlich der Wasserabfluss-, Cultur- und Gesundheitsverhältnisse.

25. Der Vergleich der Wasserstände mit den Resultaten der ombrometrischen und anderen meteorologischen Beobachtungen.

26. Allgemeine Orientierung in den Niederschlagsverhältnissen der angrenzenden anderen Flussgebiete.

27. Die Veröffentlichung der Resultate der Thätigkeit im Druckwege.

28. Der Austausch der Druckwerke mit anderen ähnlichen, insbesondere den Nachbaranstalten.

29. Die Sammlung und Verarbeitung des Materiales für eine systematische Hydrographie des Etsch-Gebietes, der hydrographischen und wasserwirtschaftlichen Beschreibung einzelner Theile des Flussgebietes.

2. Capitel.

Die Niederschlagsbeobachtungen.

A. Geschichtliches.

Als in der Mitte des vorigen Jahrhunderts der Sinn für meteorologische Forschungen unter den gebildeten Nationen erwachte und dem zufolge an mehreren Orten regelmässige Beobachtungen in festgesetzten Zeiten eingerichtet wurden, nahm auch der österreichische Kaiserstaat an diesen Bestrebungen Theil. — Zunächst waren es jedoch lediglich die Sternwarten, welche sich behufs Ermittlung der atmosphärischen Strahlenbrechung mit den meteorologischen Beobachtungen befassten; die Reihe eröffnete im Jahre 1763 Mailand, ihm folgte Padua, Wien, Prag, Ofen, Innsbruck u. s. w. — Die Kriegsereignisse störten jedoch den ruhigen Fortschritt dieser Beobachtungen, bis nach geschlossenem Frieden die Landwirte das Bedürfnis meteorologischer Forschungen besonders zu betonen begannen.[1]

Von älteren Beobachtungen, welche für hydrotechnische Zwecke jedoch nicht verwendbar sind, verdienen Erwähnung diejenigen des Professors Lunelli in Trient[2], diejenigen des Fra Sisinio in Cles, (welche sich auf 40 Jahre erstrecken sollen, jedoch verschollen zu sein scheinen) des Romagnosi, welche zu Ende des vergangenen oder Anfang dieses Jahrhunderts in der officiellen Amtszeitung in Trient veröffentlicht worden sein sollen und schliesslich diejenigen des Josef Wessely, aus den Jahren 1816 bis 1832, welche im Jahrbuch der k. k. Centralanstalt veröffentlicht sind, leider aber keine Regenhöhen enthalten.

Erst als mit Allerhöchster Entschliessung vom 23. Juli 1851 die Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ins Leben gerufen und nach und nach eine Reihe von Beobachtungsstationen geschaffen wurde, begann sich das Dunkel allmählich zu lösen.

So wurde im Stifte Marienberg im Vintschgau die Niederschlagsmenge seit dem Jahre 1857 bis zum heutigen Tage regelmässig beobachtet. Im Jahre 1861 begannen die täg-

[1] Jahrbuch der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien. Jahrgang 1848.

[2] Busin: Annuario degli Alpinisti Tridentini 1886—87.

lichen Regenmessungen in St. Martin im Passeyer, wurden aber zum grossen Schaden der Wissenschaft im Jahre 1885 unterbrochen.

Im Jahre 1860 hat bereits Karl von Sonklar, k. k. Generalmajor, eine Regenkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie construiert. Sie bildete die Beilage der von ihm verfassten „Grundzüge einer Hyetographie des österreichischen Kaiserstaates", welche im 4. Bande der Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien veröffentlicht wurde.

Das verhältnismässig geringe Material jener Zeit hat sich seither bedeutend vermehrt, indem in den siebziger und achtziger Jahren eine grosse Zahl neuer Beobachtungsstationen eingerichtet worden sind.

Für die neue 1880 herausgegebene Regenkarte standen Sonklar bereits die Beobachtungen von 32 Stationen in Tirol und Vorarlberg zur Verfügung, wovon Innsbruck $24^{1}/_{3}$, Bludenz 22, Marienberg 20, St. Martin $17^{3}/_{4}$, Pregratten 14, Haller Salzberg 12, Meran und Riva je 10 Beobachtungsjahre aufwiesen.

Mit Hilfe dieses Materiales konnte Sonklar bereits eine Regenkarte construieren, welche in Tirol eine mannigfaltige Individualisierung zeigt. Insbesondere erscheint hier zum erstenmale das tiefe Eindringen der niedrigen Isohyeten in die grossen Thäler, welches aus der beiliegenden Regenkarte zu entnehmen ist und über welche in der Folge noch näher die Rede sein soll.

Seither wurden sowohl durch den deutschen und österreichischen Alpenverein, als auch durch die „Società degli Alpinisti Tridentini" und die „Società Meteorologica Italiana" meteorologische Stationen gegründet, wovon jedoch die von beiden letzteren Gesellschaften gegründeten ihre Beobachtungen leider nicht der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, sondern dem Istituto Centrale Meteorologico in Moncalieri bei Turin einsenden.

B. Die bereits vorhandenen ombrometrischen Beobachtungsstationen.

Die k. k. Etsch-Regulierungs-Oberbauleitung hat es sich zunächst angelegen sein lassen, die im Etsch-Gebiete und in Tirol und Vorarlberg überhaupt vorhandenen Beobachtungsstationen kennen zu lernen und ihre Beobachtungsdaten zu sammeln. — Zu diesem Behufe setzte sich die Etsch-Oberbauleitung sowohl mit der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, als auch mit sämmtlichen Beobachtungsstationen in Verbindung. Aus diesen langwierigen Verhandlungen hat sich ergeben, dass gegenwärtig nachstehende von der k. k. Centralanstalt errichtete und noch thätige Stationen vorhanden sind:

Ala, Anton St., Arco, Cavalese, Corredo, Berghof, Bizau, Schneeberg, Bludenz, Bregenz, Brixen, Feldkirch, Gargellen, Gaschurn, Georg St. b. Bozen, Toblach, Gossensass, Gries b. Bozen, Hall, Hinterkirch, Innsbruck, Kitzbühel, Langen, Trient, Marienberg, Michele St., Oberbozen, Pejo, Riva, Rothholz, Roveredo, Lorenzo St.

Ausserdem sind im Etsch-Gebiete noch die Stationen Malè, Molveno und Pergine der Società Meteorologica Italiana thätig.

Von diesen Stationen, deren Lage aus der beiliegenden Uebersichtskarte genau zu entnehmen ist, entfallen:

A. Auf den Vintschgau:
die Station Marienberg,
„ „ Schneeberg.

B. Auf das untere Etsch-Thal:
die Station Gries bei Bozen,
„ „ St. Georg bei Bozen,
„ „ Berghof-Faëdo,
„ „ St. Michele,
„ „ Trient,
„ „ Roveredo,
„ „ Ala.

C. Auf Eisack und Rienz:
die Station Gossensass,
„ „ Schneeberg,
„ „ Brixen,
„ „ Toblach.

D. Auf den Noce:
die Station Pejo,
„ „ Malè,
„ „ Corredo.

E. Auf den Avisio:
die Station Cavalese.

F. Auf die Fersina:
die Station Pergine.

Die k. k. Etsch-Oberbauleitung hat sämmtliche Niederschlagsdaten des Etsch-Gebietes und Tirols überhaupt gesammelt und verfügt daher über die Niederschlagsdaten nachstehender Stationen aus den nachstehenden Zeitperioden:

1.	Ala	vom Jahre	1879—1890
2.	Anton St.	„ „	1872—1890
3.	Arco	„ „	1884—1890
4.	Berghof-Faëdo . . .	„ „	1875—1890
5.	Bizau	„ „	1885—1890
6.	Bludenz	„ „	1856—1890
7.	Bregenz		1890
8.	Brixen	vom Jahre	1878—1890
9.	Cavalese	„ „	1883—1890
10.	Corredo	„ „	1878—1885
11.	Feldkirch	„ „	1885—1890
12.	Gargellen	„ „	1889—1890
13.	Gaschurn	„ „	1885—1890
14.	Georg St. bei Bozen .	„ „	1887—1890
15.	Gossensass	„ „	1884—1890
16.	Gries bei Bozen . . .	„ „	1884—1890
17.	Hall	„ „	1876—1890
18.	Imst	„ „	1885—1888
19.	Innsbruck	„ „	1876—1889
20.	Lienz	„ „	1856—1889
21.	Lorenzo St.	„ „	1879—1890
22.	Malè	„ „	1882—1890
23.	Marienberg	„ „	1868—1890
24.	Martin St.	„ „	1868—1885
25.	Michele St.	„ „	1875—1890
26.	Molveno	„ „	1882—1890
27.	Pejo	„ „	1881—1890
28.	Pergine	„ „	1888—1890
29.	Pinzolo	„ „	1884—1890
30.	Ried	„ „	1886—1888
31.	Riva	„ „	1871—1890
32.	Rothholz	„ „	1884—1890
33.	Roveredo	„ „	1882—1890
34.	Schneeberg	„ „	1880—1890
35.	Thüringen	„ „	1884—1890
36.	Toblach	„ „	1869—1890
37.	Trient	„ „	1882—1890
38.	Wald	„ „	1887—1890

C. Die geplante Ergänzung des ombrometrischen Beobachtungsnetzes.

Nach dem Gutachten der Direction der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien vom 20. November 1890 (Statth.-Z. 27.890) genügen die bestehenden Stationen wohl zur Untersuchung der allgemeinen, klimatischen Verhältnisse, und es gehört in dieser Beziehung Tirol nebst Kärnten zu den meteorologisch am besten erforschten Theilen des Alpengebietes überhaupt, die Schweiz ausgenommen.[1]

Es waren nach dem erwähnten Gutachten bis 1884 in Tirol 79 verschiedene Stationen thätig gewesen; seither hat sich diese Zahl noch etwas vergrössert. Es entfielen bis zu diesem Termin je eine Station in Kärnten auf 2·6 Quadrat-Meilen, in Tirol auf 6·7, in Salzburg auf 6·8, in Krain auf 10·1, in Steiermark auf 13·6 Quadrat-Meilen. Für Ober- und Niederösterreich wäre das Verhältnis zu Tirol noch ungünstiger (Hann: Temperatur der österreichischen Alpenländer).

Nach Ansicht der k. k. Centralanstalt genügt jedoch die vorhandene Zahl der Stationen für hydrotechnische Zwecke nicht. Die k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus erklärt aber nicht imstande zu sein, mit der ihr zugewiesenen Dotation, eine für diese technischen Zwecke genügende Zahl von Stationen einzurichten. Sie würde nach ihrer Ansicht übrigens auch grosse Schwierigkeiten finden, die nöthigen Beobachter zu gewinnen, und ein derartiges, dichteres Netz von Wien aus zu beaufsichtigen und zu verwalten.

Was die Anzahl der erforderlichen Stationen anbelange, so hängt dieselbe nach Ansicht der k. k. Centralanstalt zu sehr von den für diesen Zweck verfügbaren Mitteln und von der Möglichkeit ab, verlässliche Beobachter zu finden, als dass es gerathen erschiene, eine bestimmte Anzahl zu nennen. Im allgemeinen könnten in dieser Beziehung nach Ansicht der k. k. Centralanstalt die diesbezüglichen Anträge des k. k. Professors an der Wiener Universität Dr. Albert Penck bei Aufstellung des Calculs benützt werden.

Professor Penck stellt nun diesbezüglich in seinem Gutachten sehr weitgehende Anträge.

Auch nach seiner Auffassung ist das Netz der ombrometrischen Stationen ein durchaus ungenügendes, indem man beispielsweise im Jahre 1888 an der kritischen Stelle von Auer nur fünf meteorologische Stationen, nämlich die Hauptstationen Brixen und Gries, die Hochstationen Gossensass und Marienberg, sowie die Gipfelstation Schneeberg besass, aus deren Aufzeichnungen man sich unmöglich ein Bild von den Niederschlagsverhältnissen des Gebietes machen könne.

Würde man doch, sagt Professor Penck, nach diesen Aufzeichnungen für das Etsch-Gebiet oberhalb Auer nur eine Niederschlagssumme von rund 1 *m* für das Ueberschwemmungsjahr 1888 erhalten, was entschieden viel zu wenig sei. Die Niederschlagsvertheilung in den Alpen sei eben eine ungemein wechselnde, sie ändere sich in der Horizontalen und Verticalen von Kilometer zu Kilometer, und aus einer geringen Anzahl von Stationen könnte man daher leicht ganz falsche Schlüsse ziehen.

Professor Penck beantragt nun für das Etsch-Gebiet oberhalb Auer folgende Stationen:

1. Vintschgau:	2 Stationen	im	Langtauferer-Thale
	1 Station	„	Planeil-Thale
	1 „	„	Matscher-Thale
	1 Station	im	Schlandernaun-Thale
	4 Stationen	„	Schnalser-Thale
	1 Station	„	Ziel-Thale
	2 Stationen	„	Schlinig-Thale
	1 Station	„	Taufers-Thale
	3 Stationen	„	Trafoier-Thale
	3 „	„	Martell-Thale
	4 „	„	Etsch-Thale
Summe	23 Stationen.		
2. Etsch-Gau:	5 Stationen	im	Passeier-Thale
	4 „	„	Ulten-Thale
	5 „	„	Sarn-Thale
	3 „	„	Etsch-Thale
Summe	17 Stationen.		
3. Eisack-Thal:	1 Station	im	Pflersch-Thale
	2 Stationen	„	Ridnauner-Thale
	2 „	„	Pfitscher-Thale
	3 „	„	Eisack-Thale
Summe	8 Stationen.		
4. Rienz-Thal:	2 Stationen	im	Valser-Thale
	2 „	„	Pfunders-Thale
	2 „	„	Lappacher-Thale
	4 „	„	Ahrn-Thale
	2 „	„	Rein-Thale
	2 „	„	Tauferer-Thale
	2 „	„	Antholzer-Thale
	2 „	„	Gsieser-Thale
	2 „	„	Höhlensteiner-Thale
	2 „	„	Pragser-Thale
	4 „	„	Gader-Thale
	2 „	„	Lüsen-Thale
	5 „	„	Rienz-Thale
Summa	33 Stationen.		
5. Eisack-Thal: unter Brixen	2 Stationen	im	Villnöss-Thale
	3 „	„	Grödner-Thale
	2 „	„	Tierser-Thale
	3 „	„	Eggen-Thale
	2 „	„	Schalders- und Viller-Thale
	3 „	„	Eisack-Thale
Summe	15 Stationen.		
Gesammtsumme	96 Stationen.		

Nach Professor Dr. Penck wären daher für das Gebiet des Etsch-Flusses bis Auer bereits 96 Stationen, im ganzen Gebiete bis zur Landesgrenze bei Avio etwa 160 bis 170 Stationen erforderlich.

Hiebei fasst Professor Penck die Schaffung eines ombrometrischen Profiles ins Auge, wie es der deutsche und österreichische Alpenverein im Berchtesgadnerlande errichtet hat und zwar beantragt er hiezu sieben Stationen, eine in Fondo (900 *m*), eine über dem Mendl-Gasthof (1354 *m*), Mendl-Gipfel (1700 *m*), eine über Kaltern (500 *m*), eine in Oberbozen (1100 *m*), eine in Waidbruck (460 *m*), in Kastelruth (1150 *m*) und endlich eine am Schlern (2560 *m*). Dies würde nach seiner Ansicht genügen, um zu einer genaueren Kenntnis der verticalen Niederschlagsvertheilung, wenigstens in diesem Gebiete zu gelangen.

Die k. k. Etsch-Regulierungs-Oberbauleitung hat diese Anregungen in Erwägung gezogen, ist aber auf einem anderen, selbständigen Wege dazu gelangt, einen Plan für die Ergänzung des ombrometrischen Beobachtungsnetzes, sowohl was die Festsetzung der Zahl, als der Lage der einzelnen Stationen

[1] Böhmen besitzt nach Vereinigung des vom böhmischen Forstverein gegründeten und seit 1879 beobachteten Netzes mit jenem der hydrographischen Commission gegenwärtig 705 Stationen, wodurch ein Netz zu Stande kam, wie es kaum ein Land in Europa aufzuweisen vermag. (Note des Landesculturrathes des Königreiches Böhmen.)

anbelangt, zu entwerfen, wobei sie von folgenden Gesichtspunkten ausgieng:

Die hydrotechnischen Zwecke erfordern es unbedingt, dass man in den Stand gebracht werde, die im Laufe eines Tages, einer Hochwasserperiode von mehreren Tagen oder Wochen, im Laufe einzelner Monate und Jahre, schliesslich im Laufe einer bestimmten mehrjährigen Periode auf ein bestimmtes Gebiet gefallene Niederschlagsmenge ziffermässig festzustellen. Dies kann nur auf diese Weise geschehen, wenn die Curven gleicher Regenhöhen (Isohyeten) im fraglichen Gebiete mit Verlässlichkeit gezogen werden können.

Der Verlauf der Isohyeten im Gebirge bietet aber eine grosse Mannigfaltigkeit dar; im allgemeinen regnet es in den Thälern weniger, als auf den Gebirgsplateaus und den Gebirgskämmen nebenan. Die Wahrheit dieses Satzes beweisen die auffallend geringen Regenmengen fast aller Thalstationen im Etsch- und Eisack-Gebiete.

Es beträgt ferner nach Sonklar die Regenmenge zu St. Gertrud in Sulden 863 *mm*, während anderthalb Meilen davon entfernt zu Santa Maria am Stilfser-Joch, im Jahre nicht weniger als 2483 *mm* fallen.

Diese Abnahme der Regenhöhe von den Gipfeln zu Thal ist denn auch die Ursache jener tiefen Eingriffe niedriger Isohyeten in das Innere des Gebirges, wodurch dieselben nahezu das Aussehen von Isohypsen erhalten und dem Bilde über die Vertheilung des Regens in den Alpen jenes zerstückelte und anscheinend verworrene Gepräge verleihen (Sonklar).

Inwieferne übrigens die Abnahme der Regenmengen von einer gewissen bedeutenderen Meereshöhe aufwärts stattfinden sollte, werden die näheren Beobachtungen ergeben müssen.

Im allgemeinen steht es jedoch fest, dass der regenvermehrende Einfluss des Gebirges, besonders dort, wo dasselbe in breiten und hohen Massen auftritt, für die Hochlagen die grössten Regenmengen ergibt.

Diese Gebiete der grössten Regenmengen bilden dann die Schwerpunkte, von denen aus die Isohyeten gezogen werden müssen, wenn die Führung in richtiger und controlierbarer Weise erfolgen soll. Sie bilden gewissermaassen die Marksteine, zwischen welchen sich die niederen Isohyeten in allmählicher Verflachung lagern.

Betrachtet man nun den Verlauf der Isohyeten auf einer Regenkarte von Tirol und seiner Nachbarländer, beispielsweise auf derjenigen Sonklar's, so findet man an den äussersten Umrandungen Tirols im Nordwesten, Nordosten, Südwesten und Südosten, vier ausgeprägte Gebiete grösster Regenmengen, nämlich solcher von über 2000 *mm* per Jahr, zwischen denen die Isohyeten sich stetig verflachend, gegen das Innere zu abfallen. Diese Ausgangspunkte für das System der Isohyeten sind der Arlberg im Nordwesten, der Schaafberg im Nordosten, der Ortler im Südwesten und das Gebirge bei Pontebba im Südosten.

So weit also müssen sich die Regenbeobachtungen erstrecken, wenn die Isohyeten richtig gezogen werden sollen.

Was von den Jahres-Isohyeten gilt, gilt aber auch von den Monats-Isohyeten einzelner Hochwassermonate, wie beispielsweise Riedl für den September 1882 (Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1883) nachgewiesen hat, indem ihm nur die Kenntnis der Niederschlagsdaten der Schweiz, Baierns, Salzburgs, Kärntens, Venetiens und der Lombardei in die Lage setzten, die Monats-Isohyeten mit einiger Verlässlichkeit zu führen, dort aber, wo ihm Beobachtungen fehlten, wie z. B. in der Lombardei, von wo sie nur theilweise erhältlich waren, ist die Curvenführung eine unsichere und schwankende.

Es wird daher dringend nothwendig sein, die Beobachtungen der Nachbarländer bis zu den genannten vier Hauptmarken in Evidenz zu halten.

Dieses vorausgesetzt, wird ein entsprechend vervollständigtes Beobachtungsnetz im Etsch-Gebiete selbst die Ziehung der Isohyeten leicht möglich machen.

Um die Lage und Anzahl der hiezu erforderlichen Stationen zu ermitteln, wurden vorläufig die Isohyeten aus der Regenkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie von Karl v. Sonklar in die Karte Tirols von Mayer im Maasstabe von 1 : 500.000 vergrössert eingetragen und auch die bestehenden Regenstationen in diese Karte eingezeichnet.

Für die neu beantragten Stationen wurden nur solche Lagen gewählt, dass man nach denselben in den Stand gesetzt werde, die Jahres-Isohyeten mit Sicherheit zu ziehen.

Hiedurch erscheint die Möglichkeit, überflüssige Stationen, welche das Terrain in ombrometrischer Hinsicht nicht aufklären, zu wählen, ziemlich ausgeschlossen und daher auch die Anzahl der Stationen auf ein Minimum reduciert.

Der Grundsatz bei Wahl dieser Stationen war die Bildung möglichst charakteristischer ombrometrischer Thalquerprofile, in derselben Weise, wie aus wirklichen Terrainprofilen, die Höhenschichtenlinien gebildet werden. Hier zeigte es sich sofort, welche Coten nöthig und welche entbehrlich sind.

Es versteht sich von selbst, dass nicht in jeder Schnittlinie eines derartigen ombrometrischen Profiles immer eine Ortschaft gefunden werden konnte; in solchen Fällen musste die Station eine Verlegung erfahren.

Auf Grund dieser Untersuchungen wurden nachstehende 79 Stationen für nothwendig befunden und in der Karte von Mayer eingezeichnet:

Abthey, Aguns, Aldein, Andirans, Antholz, Badein, Bedross, Branzoll, Brusaco, Brunecken, Campidello, St. Cassian, Castelruth, St. Catharina, Cembra, Cles, Colmain, Corredo, Denno, Eggenthal, Eichhof, Eishof, Enneberg, Flaso, Fondo, St. Felice, Forno, Franzenshöhe, Garnstein, St. Gertrud, Glurns, Gomagoi, Graun, Gries (Ober-), Grums, Hinterkirch, St. Jakob, St. Jakob (im Ahrnthal), Kaltern, Kurzras, Lavis, Mezzolombardo, Madrano, St. Magdalena, Mareith, St. Martin (Passeier), St. Martin (Enneberg), Martel, Masch, Meran, St. Michael in Eppan, Mittenwald, Mühlwald, Münster, Neumarkt, Obenstuhl, Ossana, Paneveggio, Pens, Pflersch, Pizzano, Plan, Predazzo, Rabbi, Rain, Sand, Sarnthein, Schlanders, Schmelz, Steinhaus, Sterzing, Tovelo, Tscherm, St. Ulrich, St. Valentin, St. Veith, Vezzano, Weidenthal und Welsberg.

Es werden daher rund 80 Stationen erforderlich und voraussichtlich auch genügend sein. Allerdings sind diese Stationen auf Grund der Jahres-Isohyeten bestimmt, während die Tages-Isohyeten einen anderen Verlauf zeigen werden. Es kann jedoch angenommen werden, dass die letzteren kaum eine grössere Individualisierung zeigen werden, als die ersteren, denn die mittleren Jahresmengen der Niederschläge bewegen sich zwischen den Grenzen von 700 bis etwa 2400 *mm*, haben also 17 Abstufungen von je 100 *mm*, während die mittleren Regenmengen innerhalb 24 Stunden von 0 bis 170 *mm* variieren, daher ebenfalls 17 Abstufungen zu 10 *mm* bilden, eine feinere Abstufung aber wohl kaum durchführbar und nothwendig wäre.

Sollte sich übrigens mit der Zeit eine Vermehrung der ombrometrischen Stationen erforderlich zeigen, so wird eine solche ohne besondere Mühen und Kosten leicht durchzuführen sein. Schliesslich wird etwa durch die k. k. Bezirkshauptmannschaften seinerzeit zu erheben sein, ob sich geeignete Beobachter an den in Aussicht genommenen Orten überhaupt befinden. Sollte dies in einzelnen Fällen nicht der Fall sein, so wird

die betreffende Station in nächster Nachbarschaft der projectierten Stelle eingerichtet.

D. Methode und Geräthe der ombrometrischen Messungen.

Die Ausrüstung der Regenstationen der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus besteht nur aus einem Regen- und Schneeauffanggefäss und einer gläsernen Maassröhre zum Messen der Niederschlagshöhe sowie einer kleinen Blechkanne. Das aus Zinkblech angefertigte Regenauffanggefäss wird sammt der Blechkanne, welche 30 kr. kostet, in Wien der k. k. Centralanstalt um 5 fl. 30 kr. geliefert, die Maassröhre zu 3 fl. Die Ausrüstung einer Regenmess-Station kostet daher die k. k. Centralanstalt 8 fl. 30 kr., ohne die Transportkosten.

Die k. k. Centralanstalt erklärt es allerdings für wünschenswert, die Stationen für die Schneemessung mit zwei Auffanggefässen, statt mit einem einzigen auszurüsten, wodurch sich die Kosten auf 13 fl. 30 kr. erhöhen würden.

Die Blechkanne braucht nur einmal vorhanden zu sein.

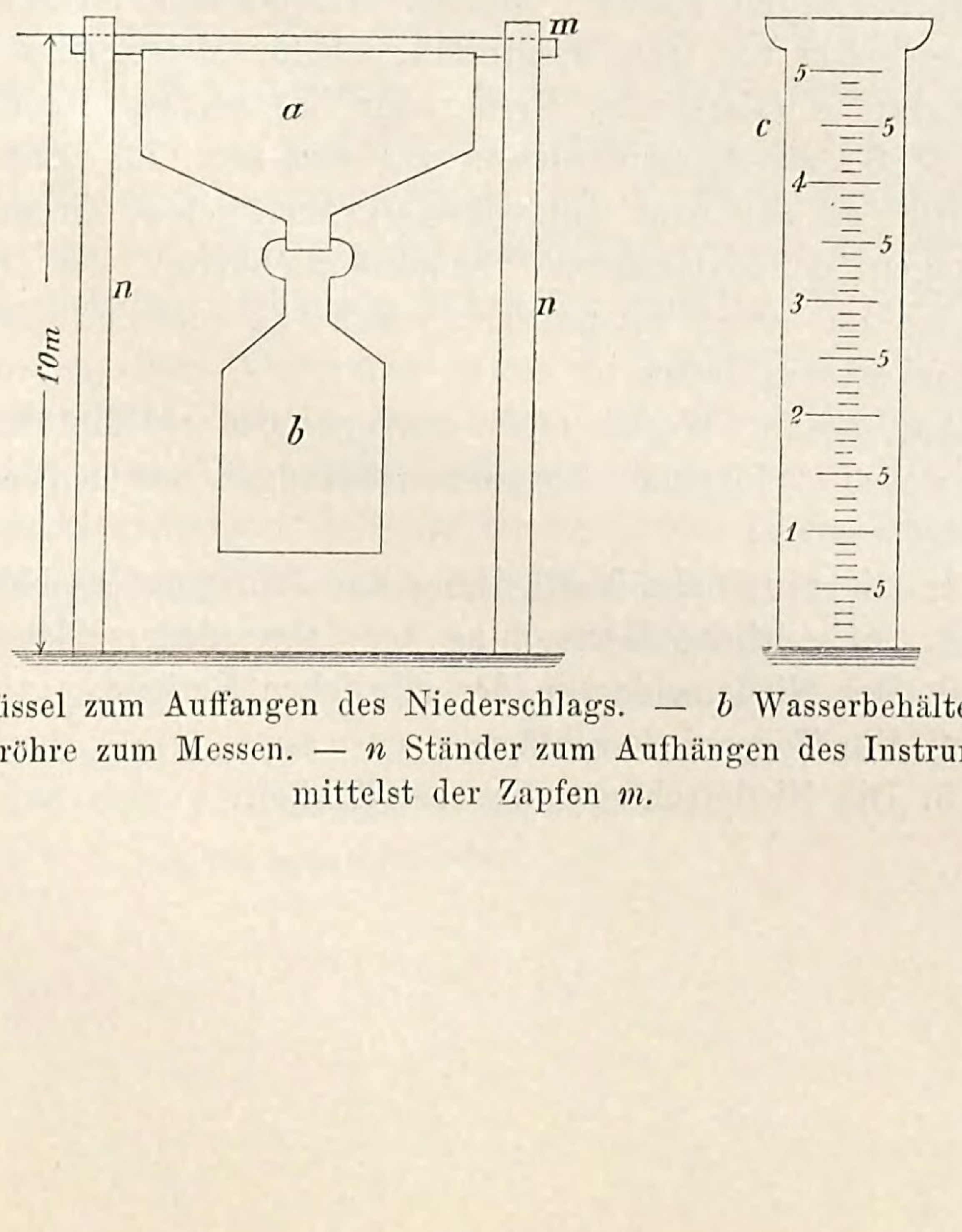
Die k. k. Centralanstalt ist jedoch aus Ersparungsrücksichten genöthigt, von diesem empfehlenswerten und die Güte der Messungen besser verbürgenden Vorgange in den meisten Fällen abzusehen.

Die Herstellung dieser Regenmesser könnte nach Ansicht der k. k. Centralanstalt vielleicht in Innsbruck billiger geschehen. Die Direction der genannten Anstalt erklärt sich bereit ein Modell hiefür zu liefern und die Prüfung der richtigen Ausführung könnte nach derselben Angabe der frühere Adjunct der k. k. Centralanstalt, jetzt Professor an der Universität in Innsbruck Dr. J. M. Pernter übernehmen.

Aus der gedruckten Instruction für die Regenbeobachter des böhmischen Landesculturrathes ist Folgendes zu entnehmen.

Der Ombrometer besteht aus einem Blechgefäss, in welches die Niederschläge aufgefangen werden und aus einem Glascylinder, mit welchem das aufgefangene Regenwasser gemessen wird.

Das erste Gefäss besteht aus zwei Theilen, und zwar aus einer kreisförmigen Schüssel, deren Aussenwand cylindrisch, der Boden aber konisch geformt und in der Mitte mit einer cylindrischen Ansatzröhre versehen ist. An diesen Ansatz wird ein flaschenförmiger Wasserbehälter unterhalb der Schüssel derart angemacht, wie ein Bajonnett an den Lauf eines Gewehres. Die Schüssel hat zwei Zapfen, mittelst welchen sie auf zwei, in die Erde eingeschlagenen Ständern befestigt wird und zwar so, dass dasganze Instrument möglichst niedrig, höchstens 1 *m* hoch über die Erde sich befindet. Das Instrument ist an einem freien Orte aufzustellen, am besten im Garten, wo der Regen von allen Seiten einen ungehinderten Zutritt hat, immer wenigstens soweit von Bäumen und Gebäuden, als diese hoch sind. Die Construction ist aus nachstehender Skizze zu ersehen:



a Schüssel zum Auffangen des Niederschlags. — *b* Wasserbehälter. — *c* Glasröhre zum Messen. — *n* Ständer zum Aufhängen des Instruments mittelst der Zapfen *m*.

Die Kosten eines solchen Ombrometers belaufen sich nach Angaben des böhmischen Landesculturrathes auf 6 fl., was mit dem von der k. k. Centralanstalt angegebenen Preise von 8 fl. 30 kr. differiert. Beim Regen fallen die Wassertropfen in die Schüssel a und sammeln sich im Behälter b.

Nach dem Regen wird der Behälter abgenommen und das Wasser wird in den Glascylinder eingegossen, dessen Form aus c ersichtlich ist und an der dort eingravierten Scala wird abgelesen, bis zu welchem Theilstriche die Oberfläche des Wassers reicht. Die Zahl dieser Theilstriche gibt direct an, wie viel Regen gefallen ist. Befindet sich mehr Wasser in dem Behälter als der Glascylinder fassen kann, so wird das Wasser nur bis zum höchsten Theilstriche 5 aufgegossen, dann der Glascylinder entleert und diese Operation solange wiederholt, bis in dem Behälter b kein Wasser vorhanden ist; hierauf wird der Behälter b wieder an die Schüssel a wie zuvor befestigt. Die Scala an dem Glascylinder gibt ganze Grade an, von 1 bis 5, welche noch in Zehntel getheilt sind; ein Grad bedeutet ein Millimeter der Niederschlagshöhe, so dass man also hier Zentelmillimeter ablesen kann.

Da das Wasser an den Glaswänden haftet, so muss man beim Messen stets den mittleren niedrigsten Wasserstand ablesen.

Die Messung geschieht entweder unmittelbar nach jedem Niederschlage oder zu einer bestimmten Stunde täglich.

Erfolgt die Messung unmittelbar nach dem Niederschlage, so muss stets die Dauer und der Tag, an dem es geregnet hat, aufgeschrieben werden.

Erfolgen innerhalb eines Tages mehrere Niederschläge und wird jeder einzelne gemessen, so werden alle abgelesenen Millimeter addiert und die Summe für den ganzen Tag eingetragen.

Hält der Regen durch längere Zeit an, z. B. ein oder mehrere Tage, so wird zu einer bestimmten Tageszeit, am besten immer am nächstfolgenden Tage zwischen 7 und 8 Uhr früh abgelesen, und die tägliche Niederschlagsmenge eingetragen

Bei ausserordentlich grossen Niederschlägen ist es nöthig unmittelbar nach denselben zu messen.

Der Schnee wird auf ähnliche Weise gemessen, nur muss man zuerst das ganze Instrument beim Halse fassen und an einem warmen Ort stellen, damit der Schnee schmelzen könne.

In den Stationen des böhmischen Landesculturrathes werden für die verschiedenen Arten der Niederschläge besondere Bezeichnungen verwendet, als: Regen mit Hagel ⁝, Nebel ☰, Regen mit Gewitter !, Schnee *, Hagel ▷.

Die Vormerkungen werden für den ganzen Monat auf einer portofreien Correspondenzkarte, von denen 25 Stück 4 kr. kosten, und auf welcher auf der Vorderseite die Adresse des culturtechnischen Bureaus des Landesculturrathes für das Königreich Böhmen, auf der Rückseite aber das Formular für die Daten vorgedruckt ist, eingetragen und am letzten des Monates einfach in den Briefkasten geworfen.

Diese Einsendungsart, welche dem Beobachter die geringste Mühe verursacht, dürfte sich besser empfehlen, als die bei den Stationen der k. k. Centralanstalt gebräuchliche.

Verschiedene andere Arten von Regenmessern, wie sie bei den Stationen der Centralanstalt für Meteorologie und Hydrographie des Grossherzogthums Baden in Verwendung stehen sind aus den „Beiträgen zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden, zweites Heft,“ dessen Inhalt die Niederschlagsverhältnisse des Grossherzogthums Baden auf das Eingehendste behandelt, zu entnehmen.

Nach Ansicht der k. k. Etsch-Oberbauleitung dürften jedoch die Apparate der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien oder diejenigen des böhmischen Landesculturrathes ihrem Zwecke vollkommen entsprechen.

Nach Ansicht der k. k. Centralanstalt müssen namentlich in den ersten Monaten die von den Stationen einlangenden Aufzeichnungen sogleich eingehend geprüft werden, und zwar am besten durch Nebeneinanderstellung der an den gleichen Tagen gefallenen Regenmenge, um Unrichtigkeiten und Missverständnisse der Beobachter rechtzeitig zu entdecken und den letzteren die hieraus sich ergebenden nöthigen Anweisungen geben, eventuell sogar an Ort und Stelle sogleich nachsehen zu können. Später ist die Sorge schon eine viel kleinere.

Die k. k. Centralanstalt empfiehlt weiters die Anbringung von zwei bis drei selbstregistrierenden Regenmessern nach dem System von Hottinger in Zürich, wovon ein Stück ca. 100 fl. kostet, jedoch einer sorgfältigen Ueberwachung bedarf.

Nach Ansicht der Etsch-Oberbauleitung wäre jedenfalls je ein selbstregistrierender Regenmesser im Gebiete der oberen Etsch, der Eisack, der Rienz, des Noce, des Avisio und an der unteren Etsch, etwa in Trient, im ganzen also sechs Stück anzubringen.

Ueberdies wären auch Messungen der Schneehöhen und der zu gewissen Zeiten noch bestehenden Dicke der Schneelage, welche Messungen für hydrotechnische Zwecke von besonderer Wichtigkeit sind, erforderlich. Hiezu bedarf es jedoch keiner Apparate, sondern lediglich einer getheilten Latte, deren Kosten nicht in Betracht kommen.

In einigen Stationen des Etsch-Thales, beispielsweise in Pejo wird die Schneehöhe bereits seit einer Reihe von Jahren gemessen.

Für den Etsch-Fluss, dessen Hochwässer grossentheils auch der Schneeschmelze bei sciroccalen Luftströmungen ihren Ursprung verdanken, sind diese Messungen von besonderer Wichtigkeit.

Was die Kosten dieses ombrometrischen Beobachtungsdienstes anbelangt, so sind diejenigen der einmaligen Installation und diejenigen des laufenden Dienstes zu unterscheiden.

Die Installation dürfte folgende Summe erfordern:

1. 80 Regenmesser durchschnittlich sammt Transport und Aufstellung à 15 fl.	1200 fl.
2. 6 Stück selbstregistrierende Regenmesser à 100 fl.	600 fl.
3. Anschaffung der gedruckten Instruction für die Beobachter, sowie Formularien	100 fl.
Zusammen .	1900 fl.

Die Kosten für die Inspection sind hiebei, als zur allgemeinen Regie, von der später gesprochen werden soll, gehörig, nicht berücksichtigt. Desgleichen auch die Kosten für Verarbeitung und Publication des gewonnenen Materiales, welche mit dem hydrographischen Beobachtungsdienst unter einem erörtert werden sollen.

Die Kosten der Aufrechterhaltung der 80 projectierten Stationen belaufen sich zumeist nur auf die Entschädigungsbeträge an die Beobachter, welche durchschnittlich mit 10 fl. angenommen werden können, also auf 800 fl., wozu noch die Kosten der später zu behandelnden allgemeinen Regie hinzukommen.

E. Verarbeitung der Beobachtungsergebnisse.

Die einlangenden auf Correspondenzkarten geschriebenen Monatsberichte der einzelnen ombrometrischen Stationen sind sofort in die Originalprotokolle einzutragen, welche wieder nach Flussgebieten geordnet sein müssen, da es sich überall, insbesondere in Böhmen und in Baden als nothwendig herausgestellt hat, die Niederschlagsverhältnisse stets im engsten Contact mit den Abflussverhältnissen der einzelnen Gebiete zu behandeln, um für hydrotechnische, also Flussregulierungs- und culturtechnische Zwecke praktisch verwendbare Resultate zu erhalten.

Sodann ist die gründliche Vergleichung der monatlichen Einsendungen untereinander erforderlich, um auf eventuelle Unrichtigkeiten und Missverständnisse zu kommen, was oft erst durch Einziehung näherer Erklärung von den Beobachtern möglich ist.

Die Portofreiheit der den hydrographischen Dienst betreffenden Postcorrespondenz erleichtert in den meisten Staaten den Verkehr der Centrale mit den Beobachtern.

Auf Grund der richtig gestellten monatlichen Einsendungen sind dann sofort die nothwendigen Berechnungen der Summen, Monatsmittel etc. vorzunehmen und in die betreffenden Protokolle einzutragen.

Die Eintheilung der Flussgebiete erfolgte in Böhmen in 4 Abtheilungen mit 20 Flussgebieten; im Etsch-Gebiet wird eine noch viel weitergehende Eintheilung des Flussgebietes nothwendig sein, um mindestens in allen grösseren Zuflüssen das Verhältnis der Niederschläge und der Abflussmengen in leicht übersichtlicher Weise sofort zu erhalten.

Die nähere Angabe der einzelnen Gebiete unterliegt keiner Schwierigkeit, doch ist dies eine Angelegenheit der Detaildurchführung, welche sich von selbst ergeben wird.

In Böhmen werden die Resultate der täglichen ombrometrischen Beobachtungen von 180 Stationen veröffentlicht, während die Veröffentlichung der Resultate aller 707 Stationen wegen der bedeutenden Kosten unterlassen wird. — Von allen Stationen werden jedoch die Monatssummen u. s. w. publiciert. Im Etsch-Gebiete wird, da es sich im ganzen um etwa 20 bereits bestehende und um etwa 80 neue, daher im ganzen um bloss 100 Stationen handelt, jedenfalls die Publication der täglichen Niederschlagsmengen aller Stationen erforderlich und leicht durchführbar sein.

Ausserdem werden auch die Resultate der weiteren Verarbeitung des Materials zu veröffentlichen sein.

Zunächst sind die Monats- und Jahressummen zu bilden. — Da jedoch diese monatlichen und jährlichen Niederschlagsmengen in den verschiedenen Jahren grossen Schwankungen ausgesetzt sind, ergibt sich in erster Linie die Nothwendigkeit der Bildung von Durchschnittswerten, mittelst welchen dann die Niederschlagsverhältnisse der verschiedenen Stationen verglichen werden können. Die aus langjährigen Beobachtungsreihen erzielten Durchschnittswerte werden dann als von unregelmässigen Schwankungen befreite Normalwerte anzusehen sein.

Für die Eintheilung dieser Arbeiten wird es sich empfehlen vorläufig das zweite Heft der „Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden," (Inhalt: Niederschlagsverhältnisse) herausgegeben von dem Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie (Karlsruhe, Verlag der Braun'schen Buchhandlung 1885) als Amtsinstruction zu benützen. Im Laufe der Zeit wird es sich dann von selbst ergeben, welche Zusammenstellungen den besonderen Eigenthümlichkeiten des Etsch-Gebietes am besten entsprechen, welche zu entfallen oder neu hinzuzukommen hätten.

Aus diesem Werke möge auszugsweise erwähnt werden, dass daselbst folgende Zusammenstellungen als nothwendig erachtet werden:

1. Die räumliche Vertheilung der Jahresniederschläge.
2. Die zeitliche Vertheilung der Jahresniederschläge.
3. Der Niederschlag in der jährlichen Periode.
4. Die Tagesniederschläge.
5. Die Niederschlagswahrscheinlichkeit.

6. Die Niederschlagsdichte.

7. Die Beziehungen zwischen den Niederschlagsmengen und den Wasserschwankungen der Flüsse.

Auf die einzelnen Punkte übergehend möge der Inhalt der Ausführungen des citierten in jeder Beziehung mustergiltigen Werkes zur Orientierung über die Bedürfnisse des hydrographischen Dienstes Nachstehendes mitgetheilt werden, wobei auf die Verhältnisse des Etsch-Gebietes hingewiesen wird.

1. Die räumliche Vertheilung des Jahresniederschlages.

Von grösster Wichtigkeit ist eine Isohyetenkarte des Etsch-Gebietes, welche die Vertheilung des jährlichen Niederschlages für einen Zeitraum von mehreren Jahren darstellt, also beispielsweise für den Zeitraum von 1870—1880, weiters von 1880—1890, sowie für längere Zeiträume.

Diese Isohyetenkarte wird sich, wie schon erwähnt wurde, nicht ohne Einbeziehung der Beobachtungen Nordtirols, der Schweiz, Kärntens, der Lombardei und Venetiens ausführen lassen, wie auch in Baden zu demselben Zwecke die Beobachtungen der Nachbarländer Württemberg, Schweiz, Elsass, Baiern, Hessen, Hohenzollern und Oesterreich herangezogen werden müssen. Die Erlangung dieser Daten wird jedoch keiner Schwierigkeit unterliegen.

Die Isohyetenkarte von Baden ist im Maasstabe von 1 : 1,000.000 verfasst, wobei für die Regenhöhen 8 Abtheilungen gemacht worden sind, nämlich eine Region 600 *mm*, 600 bis 800, 800—1000, 1000—1200, 1200—1400, 1400—1600, 1600—1800 und endlich über 1800 *mm* Niederschlagshöhe pro Jahr.

Die Karte enthält ein Gerippe der Flüsse und Ortschaften in schwarzer Farbe, welches zum Gebrauche im Druckwege vervielfältigt wurde.

In dieses ist mit verschiedenen blauen Schraffierungen das Isohyetensystem eingetragen.

Diese Ausführungsart wird sich auch für das Etsch-Gebiet empfehlen.

Welche Zwischenräume zwischen den einzelnen Isohyeten für die speciellen Verhältnisse des Etsch-Gebietes und bei der vorhandenen Dichtigkeit der Beobachtungsstationen ausführbar und wünschenswert erscheinen werden, wird sich im Laufe der Arbeit herausstellen und am Wesen derselben wenig verändern.

Nicht ausgeschlossen ja selbst wahrscheinlich ist es jedoch, dass sich aus dem Bedürfnisse der Ziehung engerer Isohyeten mit der Zeit auch das Bedürfnis nach einer weiteren Vermehrung der ombrometrischen Stationen ergeben wird, ein Umstand, der sich heute noch nicht mit genügender Sicherheit beurtheilen lässt.

Aus der badischen Jahres-Isohyetenkarte ist dasselbe Gesetz der Zunahmen der Niederschlagsmenge mit der Erhebung über das Meer nicht zu verkennen, so dass die Isohyetenkarte grosse Aehnlichkeit mit einer Höhenschichtenkarte erlangt. Gebiete kleiner Niederschlagshöhen ziehen sich ins Rhein-Thal bis nach Basel, während die Höhenrücken der Vogesen und des Schwarzwaldes sich als Gebiete grösster Niederschläge kennzeichnen.

In derselben Weise zeigt schon die Sonklar'sche Isohyetenkarte im Etsch-Gebiete am Ortler und den höchsten Bergmassiven grosse Regenhöhen, während die Regionen mit kleinen Niederschlagsmengen sich tief in die Thäler hineinziehen.

Es wird in Tirol Sache der Detaildurchführung sein, die Beobachtung über den Einfluss der Thalconfiguration auf die Differenzierung der Isohyeten auszudehnen, wozu stellenweise sich auch eine Vermehrung der Stationen im Laufe der Zeit nach und nach nothwendig erweisen dürfte.

Die Niederschlagshöhe ist in einer gewissen Höhe am intensivsten und nimmt dann nach oben hin wieder ab. In welcher Höhe diese Maximalzone des Niederschlages liegt, dies wird eine besonders wichtige Frage sein, welche der ombrometrische Dienst im Etsch-Gebiete mit Sorgfalt aufzuklären haben wird.

Ausserdem wird bei Ziehung der Isohyeten auf andere Umstände Rücksicht zu nehmen sein, welche die Vertheilung der Niederschläge beeinflussen, nämlich die Lage der Gebirgszüge den herrschenden Windrichtungen gegenüber, insbesondere dort wo Gebirgsrücken die herrschende Windrichtung durchqueren und den wassergesättigten Luftstrom beim Aufsteigen zur Abgabe seines Wassergehaltes zwingen, so dass es eine trockene und eine nasse Seite des Gebirges gibt.

In Tirol tritt noch die Nähe des adriatischen Meeres im südlichen Etsch-Gebiete hinzu, wodurch das Klima des mittelländischen Meeres sich weit in das Etsch-Thal erstreckt.

Inwieweit schliesslich auch die Bodenbedeckung, Bewaldung u. s. w. auf die Niederschlagsverhältnisse von Einfluss ist, wäre aufmerksam zu verfolgen.

2. Die zeitliche Vertheilung der Jahresniederschläge.

Die Jahressummen der Niederschläge sind im Laufe der Jahre an einem und demselben Orte sehr verschieden, daher es nothwendig ist, tabellarische Zusammenstellungen für eine Folge von Jahren zu machen und insbesondere die Extreme, nämlich die Maxima und Minima der Jahressummen in Evidenz zu halten.

Die Variation der Jahresniederschläge ist bei jeder Station eine andere, doch werden genaue Beobachtungen gewiss die Constatierung in ombrometrischer Hinsicht zusammengehöriger Zonen im Etsch-Gebiete ergeben, worauf besondere Rücksicht zu nehmen sein wird. So wurde z. B. mehrfach beobachtet, dass die Seitenthäler der Eisack eine gewisse Zusammengehörigkeit in dem Sinne zeigen, dass entweder alle rechtsseitigen, oder alle linksseitigen Seitenthäler ein Maximum der Niederschläge erreichen, während die Differenzierung in der Richtung von Nord nach Süd nicht so ausgesprochen ist.

3. Der Niederschlag in der jährlichen Periode.

Gang der Niederschlagsmenge in den Monaten eines und mehrerer Jahre.

Die Niederschlagsmenge eines Monates ist ein gewisses Percent der jährlichen Niederschlagsmenge. Der Gang der Regenmengen der einzelnen Monate im Verlaufe eines Jahres ist aber ein sehr wechselnder, ebenso im Verlaufe mehrerer Jahre, was in Evidenz geführt werden muss.

Relative Niederschlagsmengen der einzelnen Monate und Jahreszeiten in den verschiedenen Theilen des Etsch-Gebietes.

Einzelne, unter ähnlichen Verhältnissen bestehende Regenstationen werden in der Vertheilungsart der jährlichen Niederschlagshöhe auf die einzelnen Monate geringe Unterschiede aufweisen, während andere Stationen bedeutende Differenzen zeigen.

Derartig zusammengehörige Stationen werden zusammen zu fassen und in Gruppen einzutheilen sein. Ebenso wird auch den Ursachen ihrer Zusammengehörigkeit, wie beispielsweise der gemeinsamen Lage im sogenannten Windschatten eines Gebirgszuges u. s. w. nachzuforschen sein.

Graphische Zusammenstellungen, wobei die Monate als Abscissen und die Niederschlagsmengen, oder die percentliche Vertheilung des Jahresniederschlages auf die einzelnen Monate als Ordinaten aufzutragen sind, werden sich sehr empfehlen.

Dasselbe wird auch mit den Niederschlagsmengen durchzuführen sein.

Schliesslich werden auch Zusammenstellungen und Studien über die Vertheilung der Jahresniederschläge auf die Jahreszeiten im Mittel einer grösseren Periode von Jahren, beispielsweise eines Decenniums, über die geographische Vertheilung des jahreszeitlichen Niederschlages im Mittel einer Periode mehrerer Jahre und über die Extreme der Monatsniederschläge zu machen sein.

Besonders die letzteren sind für hydrotechnische Zwecke von grosser Wichtigkeit.

Im Etsch-Gebiete kommen Maxima zumeist im September und October vor, und verursachen grosse Gefahren und Zerstörungen.

Es sollten daher auch für die monatlichen Niederschlagsmengen Isohyetenkarten regelmässig ausgeführt werden, mindestens aber für die regenreicheren Monate.

Durch Bestimmung des Flächeninhaltes zwischen den einzelnen Isohyeten und Multiplication mit der durchschnittlichen Regenhöhe wird es dann leicht sein, die auf jedes Gebiet im Verlaufe eines ganzen Monates gefallene Regenmenge kennen zu lernen. Ebenso wird sich aus der Summierung der Niederschlagsmengen aller 12 Monate die gesammte Niederschlagsmenge ergeben, welche im Verlaufe des ganzen Jahres im Etsch-Gebiete überhaupt oder in einzelnen Theilen desselben gefallen ist.

Diese Rechnung lässt sich auch durch die Ergebnisse einer Niederschlagsmengenberechnung aus der Jahres-Isohyetenkarte controlieren.

Der Zusammenhalt dieser Ergebnisse mit den Messungen der thatsächlichen Durchflussmengen der Flüsse liefert sodann nach Berücksichtigung der topographischen Configuration, der geologischen Bodenbeschaffenheit und des Culturzustandes des Thales die Abflusscoëfficienten, welche für die Berechnung der Durchflussmengen einzelner Thalgebiete bei verschiedenen Niederschlagsverhältnissen insbesondere für Flussregulierungs- und culturtechnische Zwecke von höchster Wichtigkeit sind.

4. Die Tagesniederschläge.

Geographische Vertheilung bei ausserordentlichen Regenfällen.

Von grösster Wichtigkeit ist die kartographische Darstellung des Verlaufes der Isohyeten einzelner Tage, welche durch starke Niederschläge ausgezeichnet waren.

Der Vergleich dieser Isohyeten mit den Jahresisohyeten ergibt die totale Verschiedenheit dieser Curven, deren Entstehung Hand in Hand mit den barometrischen Depressionen und der Bewegung des Depressions-Centrums beurtheilt werden muss.

Dauern die ausserordentlichen Niederschläge mehrere Tage, so müssen die Isohyeten für jeden Tag, ausserdem aber für die ganze mehrtägige, unter Umständen auch mehrwöchentliche Periode separat angefertigt werden.

Die Niederschlagsmenge einzelner Wolkenbrüche und Regenperioden.

Aus den erwähnten Isohyetenkarten erhält man die Niederschlagsmenge, welche im Verlaufe von mehreren Stunden oder Tagen auf ein bestimmtes Gebiet gefallen ist, so dass bei Kenntnis der Abflusscoëfficienten die Durchflussmengen der Flüsse, und umgekehrt bei Kenntnis der letzteren die Coëfficienten berechnet werden können.

Diese Berechnungen sind von höchster Wichtigkeit für die Ausmittlung der Durchflussprofile für eine Flussregulierung und müssten auch für alle vergangenen Hochwasserperioden nachträglich angestellt werden, um einen Vergleich der Ursachen und Wirkungen der bisherigen grössten Hochwässer der Jahre 1868, 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 zu ermöglichen.

5. Die Niederschlagswahrscheinlichkeit.

Aus dem Verhältnisse der regenlosen zu den Regentagen ergibt sich die Niederschlagswahrscheinlichkeit. Diese hat ebenfalls ihren Gang in der jährlichen Periode, innerhalb einzelner Monate und Jahreszeiten. Das Studium derselben ist wichtig, weil die Inangriffnahme einzelner Wasserbauten, die Eintheilung der Arbeit, der Termin für die Fundierung, Bauvollendung nach der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens hoher Wasserstände, daher auch derjenigen grosser Niederschläge bestimmt werden muss.

Diesem Studium wird daher eine gewisse Aufmerksamkeit zuzuwenden sein.

Die Beziehungen zwischen den Niederschlagsmengen und den Wasserstandsschwankungen der Flüsse werden bei den hydrographischen Arbeiten zur Besprechung gelangen.

3. Capitel.

Die hydrographischen Arbeiten.

A. Die Wasserstandsbeobachtungen.

Das Pegelwesen ist nach übereinstimmendem Urtheile aller maassgebenden Factoren die erste, wichtigste und unentbehrlichste Grundlage des Wasserbaues und der Hydrographie eines Flussgebietes.

So betrachtete es die hydrometrische Section in Böhmen als ihre Hauptaufgabe, ein systematisch eingerichtetes Pegelnetz zu errichten. Hiebei wurden die Pegel möglichst an Stellen verlegt, in denen das Hochwasser ein geschlossenes Profil besitzt.

Die Ablesungen finden in der Regel zweimal und zwar früh und abends statt. Besonders an den Nebenflüssen wird stets mehr als einmal täglich beobachtet, da man die Erfahrung machte, dass namentlich an kleinen Flüssen die Wasserstände starken Aenderungen ausgesetzt sind.

Die sorgfältige Einrichtung und die Wichtigkeit des böhmischen Pegelwesens, über welches die hydrographische Abtheilung im technischen Bureau des Landesculturrathes für das Königreich Böhmen jährlich separate Publicationen erscheinen lässt, ist aus den letzteren, beispielsweise einer solchen Publication aus dem Jahre 1889 zu entnehmen.

In ähnlicher sorgfältiger Weise ist das Pegelwesen des Grossherzogthums Baden geordnet, und erachtete es das neubegründete Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Karlsruhe als seine erste Aufgabe, das Pegelwesen zu ordnen. Demgemäss befasst sich das „Erste Heft“ der von diesem mustergiltigen Institut herausgegebenen „Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden“ (Karlsruhe 1884) mit dem badischen Pegelwesen in der Weise, dass alles über die seitherigen Wasserstandsbeobachtungen an den Flüssen Badens Wissenswerte dargelegt, und nachdem die umfangreiche Wasserstandsstatistik, insbesondere hinsichtlich der Veränderungen, welche im Laufe der Zeit die Pegelscalen erfahren haben, einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen worden ist, die wesentlichen Resultate dieser Aufzeichnungen in Tabellen zusammengestellt und in graphischen Darstellungen zur Anschauung gebracht sind.

Eine ähnliche Arbeit wird zweifellos auch für das Etsch-Gebiet den Anfang jeglicher hydrographischen Thätigkeit umsomehr zu bilden haben, als in früheren Decennien und zwar hauptsächlich in den sechziger Jahren die Nullpunkte einiger Etsch-Pegel mit der fortschreitenden Eintiefung des Flusses infolge der Regulierung wiederholt auf den Stand des

tiefsten Niederwassers gesenkt worden sind; ein Vorfall, wie er auch am Rhein in früheren Decennien vorgekommen ist.

1. Die vorhandenen Pegel im Etsch-Gebiete.

Die wichtigsten Pegel sind diejenigen am Hauptflusse Etsch, deren Bestand wohl ein sehr alter sein muss, da schon in Acten aus dem vorigen Jahrhunderte von Schiffahrtszeichen die Rede ist, und in alten Plänen, niedrige, mittlere und hohe Wässer unterschieden werden. Es wird Sache des einzurichtenden hydrographischen Dienstes sein, auch der älteren Geschichte des Pegelwesens im Etsch-Gebiete nachzugehen. Die gegenwärtig vorhandenen Pegel stammen aus den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts und werden etwa seit dem Jahre 1843 die täglichen Wasserstände sorgfältig abgelesen, so dass sie bis zum heutigen Tage vorhanden sind und beim Baudepartement der k. k. Statthalterei in Innsbruck gesammelt werden.

Zunächst müssen die Pegel an den drei Seen, Reschen-See, Mitter-See und Haider-See erwähnt werden, welche die Etsch in ihrem Ursprungsgebiet im oberen Vintschgau durchfliesst und von welchem die bis zum heutigen Tage geführten täglichen Beobachtungen seit dem Jahre 1867 vorliegen. Diese Beobachtungen werden vom k. k. Bezirksbauamt Imst eingesendet und im k. k. Statthalterei-Baudepartement aufbewahrt.

Die übrigen regelmässig beobachteten Pegel befinden sich in der regulierten Etsch-Strecke von Meran bis Sacco, u. zw. in folgenden Strecken.

In der I. Regulierungs-Section, das ist in der Strecke von Passer-Mündung bei Meran bis unterhalb der Eisack-Mündung sind die Pegel bei der Marlinger Brücke, bei der Burgstaller Brücke, der Vilpianer Brücke, der Terlaner Brücke und der Sigmundskroner Brücke.

In der Regulierungs-Section I/a, das ist in der Strecke von der Eisack-Mündung bis zur Eisenbahnbrücke bei Gmund sind die Pegel von Branzoll und Gmund.

In der II. Regulierungs-Section, das ist in der Strecke von der Gmundner Eisenbahnbrücke bis zur Eisenbahnbrücke von St. Michele befinden sich die Pegel bei der Neumarkter Brücke, bei der St. Florianer Brücke, der Salurner Brücke, bei Cadino, bei der Masetto-Brücke und bei der Strassenbrücke von St. Michele.

In der III. Section, das ist in der Strecke von der Eisenbahnbrücke von St. Michele bis Sacco sind endlich die Pegel der Eisenbahnbrücke von St. Michele, bei Nave St. Felice, bei Vodi, bei Roncafort, bei Centa, bei der St. Lorenzo-Brücke in Trient, bei der Fersina, bei Virginia, bei Lidorno, bei der Brücke von Matarello, bei Acquaviva, bei Riosecco, bei Calliano, bei Chiusole, bei der Brücke von Villa und bei derjenigen von Sacco.

Ueberdies sind alte Wasserstandsmarken aus vergangenen Jahrhunderten in Trient, Sacco und an den Häusern vieler Orte vorhanden.

Das Pegelnetz innerhalb der regulierten Strecke Meran—Sacco ist im allgemeinen bereits ein vollkommen genügendes und weist eine stattliche Beobachtungsreihe auf.

Ueber die Pegel im oberen Vintschgau zwischen den Quellseen der Etsch und Meran, dann von Sacco abwärts bis zur Landesgrenze fehlen sichere Nachrichten; doch unterliegt es keinem Zweifel, dass auch hier mannigfache Beobachtungen vorliegen werden. Auch an der Eisack und Rienz sind namentlich an den Eisenbahnbrücken Pegel vorhanden, deren Daten gesammelt werden könnten. Jedenfalls wird aber auch hier eine Ergänzung des Pegelnetzes erforderlich sein.

Viel schlechter ist es an den kleineren Seitenbächen bestellt, wo Pegel fast ausnahmslos fehlen.

2. Die nothwendige Ergänzung des bestehenden Pegelnetzes.

Ist das Pegelnetz in der Strecke Meran—Sacco ein genügendes, so erfordert doch die Strecke Reschensee—Meran und Sacco—Avio des Etsch-Flusses unbedingt einer Vervollständigung.

Soll jedoch ein hydrographischer Dienst eingerichtet werden und richtig functionieren, so muss aus dem Eintreffen hoher Wasserstände in den oberen Flusstrecken, insbesondere aber in den für das Etsch-Thal so wichtigen Seitenbächen der Zeitpunkt und die Grösse der Gefahr des Eintreffens von Hochwässern in den unteren Strecken der Etsch vorhergesagt werden können.

Dies ist ein unbedingtes Erfordernis. Es müssen daher auch in den Seitenthälern, namentlich in den wichtigsten derselben regelmässige Pegelbeobachtungen eingerichtet werden.

Die Ausmittlung des Standortes und der Anzahl dieser Pegel ist eine Sache der Detaildurchführung, doch dürfen jedenfalls etwa 50 neuer Pegel erforderlich sein. Die Kosten der ersten Anschaffung und Befestigung dieser Pegel würden je 10 fl., im ganzen etwa 500 fl. betragen.

Die Entlohnung der Beobachter kann vorläufig mit je 10 fl. jährlich, also im ganzen mit 500 fl. veranschlagt werden.

3. Geräthe und Art der Wasserstandsbeobachtungen.

Die Wasserstandsmessung geschieht in der Regel durch eine senkrecht stehende Pegellatte, welche an einer hiezu geeigneten Stelle, einem Brückenpfeiler, einer Ufermauer u. s. w. befestigt wird.

Die Art der Theilung der Latte ist allgemein bekannt. Die Lattenbreite ist gewöhnlich 20 *cm*. Die Länge der Latte richtet sich nach den zu erwartenden Wasserständen. Der Pegel soll derart befestigt werden, dass er selbst bei höchstem Hochwasser leicht abgelesen werden kann.

Für die Art der Ablesung kann die „Instruction für die Pegelbeobachter“, wie sie beim böhmischen Landesculturrathe verwendet ist, angenommen werden.

Nach dieser Instruction zerfallen die Beobachtungen in ordentliche (regelmässige) zu bestimmten Tagesstunden und in ausserordentliche (ausser der gewöhnlichen Beobachtungszeit).

Die ordentlichen Pegelablesungen finden täglich zweimal statt und zwar früh und abends, jedoch stets bei Tageshelle.

Die Beobachtungen sind im Sommer um 6 Uhr morgens und um 6 Uhr abends vorzunehmen, im übrigen Theil des Jahres um 7 Uhr morgens und um 5 Uhr abends, beziehungsweise 8 Uhr morgens und 4 Uhr abends.

Durch einen ganzen Monat hindurch müssen die Beobachtungsstunden dieselben bleiben.

Ausserordentliche Ablesungen, d. i. solche die ausser der gewöhnlichen Beobachtungszeit stattfinden, sind bei deutlich sichtbaren Schwankungen des Wasserstandes, bei Anschwellungen, bei Hochwässern anzustellen und zwar umso öfters bei Tage und der Nacht, je stärker und heftiger die Anschwellung ist.

Ohne diese ausserordentlichen Beobachtungen würde nach dieser Instruction, manche Anschwellung, namentlich solche, bei denen das rasche Steigen oder Fallen in der Nacht erfolgt, unbeachtet bleiben und ein Hauptzweck der Pegelbeobachtungen, nämlich die Verwertung zur Ermittlung der Abflussmengen nicht erreicht werden.

Stets ist der Zeitpunkt und die Höhe des höchsten Wasserstandes zu erheben.

Je nach der Raschheit des Wechsels im Wasserstande hat die Ablesung in ausserordentlichen Fällen alle 4, 3, 2 oder alle Stunden zu geschehen.

Alle Ablesungen und Beobachtungen werden eingetragen und am 1. eines jeden Monats in das hiezu bestimmte gedruckte Formular eingesetzt und dem technischen Bureau des Landesculturrathes eingesendet.

Auch besondere Umstände am Flusse, Witterung u. s. w. werden in der Rubrik „Bemerkungen" seitens des Pegelbeobachters eingetragen.

Ein analoger Vorgang wird sich auch bei der Einrichtung des hydrographischen Beobachtungsdienstes im Etsch-Gebiete empfehlen.

4. Die Verarbeitung der Beobachtungsdaten über die Wasserstände.

Die Verarbeitung des eingesendeten Materials von den einzelnen Pegelbeobachtern besteht zuerst in einer Revision desselben und der eventuell nothwendigen Berichtigung einzelner Irrthümer nach Einholung der erforderlichen Aufklärung. Sodann in der Verfassung von graphischen Monatsübersichten für jeden einzelnen Pegel, wie solche beim k. k. Statthalterei-Baudepartement für die bereits erwähnten Pegel seit den 40er Jahren bis zum heutigen Tage vorhanden sind.

Weiters sind die extremen Wasserstände, nämlich der höchste und niedrigste Wasserstand eines jeden Pegels in jedem Monate in eine eigene Zusammenstellung einzutragen.

Von Zeit zu Zeit sind die Flussprofile an den Pegelstationen zu controlieren und die Sohlen und Uferänderungen genau in Evidenz zu führen.

Einzelne Momente, welche zu den hohen oder auffallend niedrigen Wasserständen Veranlassung gegeben haben, als Geschiebebänke, Dammbrüche sind vorzumerken.

Weiters ist eine Zusammenstellung der gemittelten Wasserstände der einzelnen Monate, sowie des gemittelten Wasserstandes, des Maximum und des Minimum jedes Jahres zu führen. Für eine ganze zehnjährige Reihe von Beobachtungen sind dann die Summe und arithmetischen Mittel zu bilden und ebenso der Vergleich zwischen mehreren zehnjährigen Gruppen soweit zu führen, als die bereits bis zu den 40er Jahren reichenden Beobachtungen vorliegen.

Diese Zusammenstellungen sind mindestens für alle wichtigeren Pegel zu führen.

Schliesslich sind auch für jedes Jahr, für jedes Decennium und für eine Reihe von Decennien die gemittelten Sommer- und Winterwasserstände, nebst den Culminationen der Sommeranschwellungen und den niedrigsten Ständen der Winterwasserperiode zusammenzustellen. Hiebei sind auch die Summen und die arithmetischen Mittel für die ganze Reihe und für die zehnjährigen Gruppen zu ziehen.

Den Resultaten dieser Tabelle kommt eine grosse praktische Bedeutung zu.

Die Mittel der Winterminima geben den Wasserstand, auf dessen Eintreten während der Winterbaucampagne bei Vornahme von Tiefbauten (Faschinenfundamente, Deckungen des Uferfusses, Fundation von Kunstbauten u. dgl.) im günstigsten Falle noch gerechnet werden kann.

Der gemittelte Winterwasserstand entspricht annähernd der Krone der im Interesse der Colmatierung niedrig zu haltenden Correctionswerke. (Honsell. Beitr. z. Hydr.) Die durchschnittliche Höhe der Sommermaxima ist schliesslich für den Bodenbau von Bedeutung.

Bei allen Zusammenstellungen ist durch graphische Darstellungen die Uebersicht und das Verständnis zu erleichtern, wobei die bereits erwähnten Publicationen des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie in Baden und der hydrographischen Abtheilung der culturtechnischen Section des Landesculturrathes des Königreiches Böhmen als Muster zu dienen hätten.

Die Erfahrung wird dann von selbst ergeben, in welcher Art diese Zusammenstellungen mit Rücksicht auf die besonderen Eigenthümlichkeiten des Etsch-Gebietes abzuändern oder zu ergänzen wären.

B. Ermittlung der Abflussmengen.

Von höchster Wichtigkeit ist die Ermittlung der wirklichen Abflussmengen der Etsch und ihrer seitlichen Zuflüsse, indem diese die unentbehrlichste und wichtigste, zugleich aber vorläufig die einzig verlässliche Grundlage bietet, die Dimensionierung der Flussprofile vorzunehmen.

Diese Bestimmung kann auf zweierlei Art geschehen und zwar durch Formeln, oder mit Hilfe directer Messungen.

1. Ermittlung der Abflussmengen durch Formeln.

Diese soll nur als ein Nothbehelf dort angesehen werden, wo directe Messungen nicht vorliegen, während sie für alle Fälle als nützliche und sogar unentbehrliche Controle für die Richtigkeit der directen Messungen zu dienen haben wird.

Die bisherigen Berechnungen der Durchflussmengen der Etsch erfolgten mangels anderer Anhaltspunkte und bei der grossen Ueberstürzung mit welcher die ersten Projecte hergestellt werden mussten, fasst ausschliesslich mit Hilfe von Formeln.

Werden hiebei die richtigen Rauhigkeits- und sonstige Coëfficienten, sowie auch an und für sich die für die Flussverhältnisse passenden Formeln gewählt, so ist eine Richtigkeit des Resultates innerhalb gewisser Grenzen zu erwarten. Die Wahl dieser Formeln und Coëfficienten kann jedoch nur durch den Vergleich mit wirklichen Messungen verbürgt werden. Kennt man die ersteren einmal, dann können in Hinkunft Formeln immerhin angewendet werden.

Bei diesen Berechnungen ist es von Wichtigkeit die Wasserstände genau zu kennen, insbesondere die höchsten zu erwartenden Hochwasserstände. In früheren Jahren wurde diesbezüglich der Fehler begangen, dass die höchsten beobachteten Wasserstände der Rechnung zugrunde gelegt wurden, obwohl das Etsch-Thal bei den grossen Elementarkatastrophen der Jahre 1868 und 1882 vollkommen überschwemmt war, daher einen viel tieferen Hochwasserstand aufweisen musste, als er sich ergeben hätte, wenn das Hochwasser ohne der Magazinierung im Ueberschwemmungsgebiet im geschlossenen Kunstprofil concentriert abgeflossen wäre. Dieser Einfluss wurde früher unterschätzt, neuere Rechnungen, welche im Revisionsoperat des Jahres 1891 enthalten sind haben aber ergeben, dass hiedurch bedeutende bis zu einem Meter reichende Differenzen resultieren.

In ähnlicher Weise hat Professor Turazza in Padua berechnet, dass die concentrierte Abfuhr der Etsch-Hochwässer in Tirol, eine Hebung des Hochwassers in Verona um 110 *cm* bewirke.

Sollen daher die beobachteten Hochwasserstände der Rechnung zugrunde gelegt werden, so müssen auch die seitlichen Ausbrüche und ihre entlastende Wirkung berücksichtigt werden. Dies geschieht durch Berechnung des Inhaltes des seitlich deponierten Wassers unter Berücksichtigung der zur Deponierung erforderlich gewesenen Zeit vom Augenblicke der Ueberströmung oder des Dammbruches angefangen nach bekannten Formeln. (Siehe Turazza.)

Diese Methode ist auch im technischen Berichte zur Revision des Etsch-Projectes vom Jahre 1891 angeführt.

Einen wichtigen Ueberblick und eine Controle dieser Verhältnisse gibt der Zusammenhalt der graphischen Curven der Wasserstände, Wasserabflussmengen und der Niederschlagsmengen während der Dauer der ausserordentlichen Niederschlags- und Hochwasserperiode.

Während nämlich unter gewöhnlichen Verhältnissen der Parallelismus dieser Curven in der Regel schön hervortritt, ist bei einem eingetretenen Dammbruche sofort die Störung desselben ersichtlich. Der Bruch in der Wasserstands- und Wassermengencurve, welche statt ihren Culminationen zuzustreben, plötzlich abbrechen und einem anderen Gesetze folgen, entspricht dem seitlichen Ausbruch des Wassers aus dem Flussbett, welches erst später beim Sinken des Hochwasserstandes langsam in das Flussbett zurückfliesst.

Der technische Bericht zum Revisionsoperat des Jahres 1891 in der III. Etsch-Regulierungs-Section gibt über die Art und Weise dieser Behandlung einen näheren Aufschluss.

Die Anwendung der Formeln wird im übrigen als bekannt vorausgesetzt.

2. Ermittlung der Wassermengen durch directe Messungen.

Bei diesen wichtigsten hydrometrischen Arbeiten wird es sich darum handeln die ersten, wirklich verlässlichen Anhaltspunkte für die Durchflussmengen des Etsch-Flusses und seiner Seitenzuflüsse zu erhalten.

Oberbaurath Semrad machte im Jahre 1876 Messungen bei Pfatten, welche jedoch nur unzulänglich und mit ungenauen Instrumenten ausgeführt worden waren. Es wurden nämlich Oberflächenmessungen mit Schwimmern und Geschwindigkeitsmessungen mit hohlen 2 bis 3 *m* langen und durch Wassereinfüllen vertical gestellten Blechröhren von ca. 10 *cm* im Durchmesser ausgeführt.

Verlässliche Messungen müssen jedoch jedenfalls mit dem Woltmann'schen Flügel angestellt werden, wie dies bereits allerorten Brauch ist, zu welchem Behufe die mustergiltige Publication der bestandenen hydrographischen Commission des Königreiches Böhmen: „Die hydrometrischen Arbeiten in der Elbe bei Tetschen" von A. R. Harlacher, k. k. Professor an der deutschen technischen Hochschule in Prag (Prag 1883), als vorläufige Instruction zu dienen hätte.

Die hiezu verwendeten Apparate sind in einer Arbeit Harlacher's „Die hydrometrischen Apparate und Methoden", Leipzig 1881, sowie in einem Artikel H. Richter's in der „Wiener allgemeinen Bauzeitung 1886" eingehend beschrieben.

C. Verarbeitung des gewonnenen Beobachtungsmateriales.

Die Wasserabflussmengen der Flüsse müssen für alle Pegelstände derart ermittelt werden, dass es ermöglicht wird, die im Zeitraume eines Tages oder in der Zeit von Wochen, Monaten und im ganzen Jahre zum Abfluss gekommenen Wassermassen genau zu ermitteln. Hiedurch wird es auch möglich den Vergleich zwischen den Niederschlags- und Abflussmengen zu gewinnen und die zur Berechnung mit Formeln nöthigen Coëfficienten zu ermitteln.

D. Die übrigen hydrographischen Arbeiten.

Diese sind bereits in der Einleitung erwähnt, und wird für ihre nähere Durchführung an der Hand der in anderen Ländern bereits erworbenen Erfahrungen zu sorgen sein.

4. Capitel.

Der Hochwasser-Nachrichtendienst.

Der Hochwasser-Nachrichtendienst hat den Zweck, die unterhalb gelegenen Ortschaften von der drohenden Hochwassergefahr zu dem Zwecke zu warnen, damit die nothwendigen Sicherungsarbeiten rechtzeitig vorgenommen werden können.

Diese Sicherungsarbeiten bestehen theils in Bergung von Gegenständen und Menschenleben als in der Einleitung der Dammvertheidigung.

Die Grundlage des Hochwasser-Nachrichtendienstes ist die Hochwasserprognose, das ist die Voransage der Wasserstände zu einer Zeit, innerhalb welcher die erforderlichen Schutzvorkehrungen noch getroffen werden können.

Die Wasserprognose geschieht bereits in vielen Ländern mit grösster Präcision. Bahnbrechend sind in dieser Beziehung die Hochwasserprognosen Professor Harlacher's, welcher die Wasserstände der Moldau und Elbe mit grosser Genauigkeit ansagte. Ein vom böhmischen Landesculturrathe zur Verfügung gestellter Zeitungsausschnitt gibt hierüber Auskunft.

Näheres hierüber ist im erwähnten Artikel Richter's in der „Wiener allgemeinen Bauzeitung 1886", sowie in der „Zeitschrift für Bauwesen, Berlin 1887", enthalten.

Aber auch in Frankreich, Italien und anderen Staaten besteht ein geregelter Hochwasser-Nachrichtendienst.

Die Möglichkeit der Einrichtung eines derartigen Dienstes im Etsch-Gebiete unterliegt keinem Zweifel. Ja selbst im Hochgebirge ist ein solcher Dienst ausführbar, wie durch Versuche des deutschen und österreichischen Alpenvereines nachgewiesen erscheint.

Zur Bestimmung des Zeitpunktes und der Höhe des zu erwartenden Hochwassers an einer bestimmten Flusstelle aus dem Wasserstand einer oberhalb gelegenen Flusstelle genügt es unter einfachen Verhältnissen für beide Stellen graphische Curven aufzutragen, in welchen die Abscissen die Zeit, die Ordinaten aber die Wasserstände der beiden fraglichen Stellen bedeuten. Die horizontale Entfernung der grössten Ordinaten, also der Culminationspunkte der beiden Hochwasserwellen gibt die Zeit an, welche die Hochwasserwelle benöthigt, um ihren Culminationspunkt nach unten vorzuschieben.

Der Vergleich der Höhen dieser grössten Ordinaten gibt das Maass der Erhöhung oder Senkung der Wellenhöhe.

Bei einem Hauptflusse mit mehreren seitlichen Zuflüssen wird die Vorhersage der Wasserstände viel schwieriger, weil die Niederschlags- und Abflussverhältnisse in jedem Seitenbache wesentlich andere sein können, und das Gesetz der Summierung der einzelnen Hochwasserwellen durch viele Erfahrungen erst erkannt werden muss. Die Lösung der Aufgabe ist jedoch vollkommen möglich und wird mit grosser Genauigkeit erreicht.

Guillemain schlägt hiezu vor, die Pegel der Seitenbäche an den Grenzen eines Perimeters derart aufzustellen, dass die Wässer von jedem dieser Pegel die gleiche Zeit benöthigen, um an dem in Frage stehenden Punkte des Hauptflusses anzukommen. Erhält man also die Pegelstände von den betreffenden Pegeln, so hat man die Componenten bekannt, welche in beispielsweise 24 Stunden die betreffende summierte Wasserhöhe liefern werden. Jeder Zufluss hat seinen Coëfficienten, welcher den Antheil desselben an der Gesammthöhe darstellt. Dieser Coëfficient wird durch Versuche während längerer Zeit genau ermittelt, wobei er auch vom Zustande der Bodenfeuchtigkeit abhängig ist.

So fand Belgrand den Hochwasserstand der Seine in Paris aus den Wasserständen von 7 Wasserläufen, an denen derartige Pegelbeobachtungen gemacht wurden, als dem arithmetischen Mittel des letzteren entsprechend.[1]

[1] La Seine, cap. XVII, Paris 1872. Nazzani: „Trattato d'idraulica pratica" Milano 1889.

Nach dem Jahre 1872 organisierte Lemoine den Wasser-Nachrichtendienst an der Seine, der Marne und anderen Flüssen.

Die Wasserstände der Seitenflüsse werden telegraphisch bekannt gegeben, und wenn die nach einer Erfahrungsformel resultierende Quote für die fragliche Flusstelle eine gefahrdrohende Höhe, das heisst die Höhe der Ueberschwemmung erreicht, werden die Bewohner benachrichtigt.

In gleicher Weise hat man den Hochwasserstand des Tiberflusses am Pegel von Ripetta aus der Formel

$$5{\cdot}80 + h + \tfrac{1}{3}\,h_1$$

ermittelt, wobei 5·80 *m* der Pegelstand des Niederwasserstandes von Ripetta, h derjenige von Orte und h_1 derjenige des Aniene bei Tivoli ist, wobei in Rom das Hochwasser erst 16 Stunden nach Anzeige des Wasserstandes von Orte eintrifft.

Das technische Gemeindeamt in Rom hat diesbezüglich ein sehr fein durchgebildetes Schema zusammengestellt, beziehungsweise Formeln, auf welche man sich ganz verlassen kann.

Nachstehende Tabelle gibt hierüber genaueren Aufschluss, wobei h den Pegelstand der Aniene in Tivoli bedeutet:

für Wasserstände h am Pegel von Orte	gibt der Pegel von Ripetta in Rom folgende Wasserstände an
unter 4 *m*	$H = 2h + h_1 + 1{\cdot}40$
zwischen 4 und 5 *m*	$H = 2h + h_1 + 1{\cdot}20$
„ 5 „ 6 *m*	$H = 2h + h_1$
„ 6 „ 7 *m*	$H = 2h + 0{\cdot}25\,h_1$
„ 7 „ 8 *m*	$H = 2h + 0{\cdot}10\,h_1$
über 8 *m*	$H = 2h$

Ist das Hochwasser lediglich von Orte angekündigt, so gibt man der Formel

$$H = 1{\cdot}25\,(h_1 - 1) + 5{\cdot}80\ m$$

den Vorzug.

Viel schwieriger ist die Wasserprognose aus den Regenmengen.

Professor Nazzani in Rom, dessen „Trattato d'Idraulica pratica" diese Ausführungen entnommen sind, schreibt hierüber in so treffender Weise, dass es am angezeigtesten erscheint, seine Worte in Uebersetzung ins Deutsche zu gebrauchen.

„Der Regen und der Schnee sind die ersten Ursachen der Hochwässer. Aber wie viele Umstände, wie viele Combinationen vermitteln zwischen beiden. Selbst in den besser studierten Niederschlagsgebieten können die Regenmengen im allgemeinen nicht genügen, um die Hochwasserstände der Flüsse anzuzeigen, weil die Relation zwischen dem Pegelstand und dem Stande der Ombrometer mit dem Sättigungsgrade des Bodens, mit der Jahreszeit, mit der Vertheilungsart des Regens u. s. w. variiert.

Dementgegen hat man gefunden, dass die Hochwässer der Hauptflüsse eine weit einfachere Relation zu den Hochwässern ihrer Seitenzuflüsse oder auch nur einiger derselben besitzen, als zu der gefallenen Regenmenge.

Wenn es jedoch bisher als unausführbar erscheint, Hochwasserstände mittelst ombrometrischen Beobachtungsresultaten vorherzusagen, so sind doch die letzteren geeignet, den Hochwasserdienst auf Grund der Pegelbeobachtungen wesentlich zu unterstützen, indem es gewiss ist, dass das Regime des Flusses von den Niederschlagsverhältnissen wesentlich beeinflusst wird.

In dieser Beziehung meint Guillemain, dass, wenn auch die Lösung der Aufgabe für alle Hochwasserstände mit Rücksicht auf die verschiedene Bodeneinsickerung nicht möglich erscheint, doch für Ueberschwemmungen eine Lösung möglich ist.

Guillemain macht in dieser Richtung folgenden Vorschlag:

Es wird durch Benützung der Regenhöhe und der Fläche des Niederschlagsgebietes des Seitenzuflusses die Regenmasse im Gebiet des Seitenzuflusses ermittelt und zwar für die ganze Zeit des Hochwassers. Nun wird eine Curve graphisch aufgetragen, wobei die Zeit, etwa Tage, als Abscissen und die Niederschlagsmassen als Ordinaten aufgetragen werden. Dasselbe wird für jeden Seitenzufluss ausgeführt, so dass man so viele Curven als Seitenzuflüsse erhält.

Anderseits wird nur die Wasserstandscurve des Flusses für den Ort, für welchen die Prognose gemacht werden soll, in der Weise aufgetragen, dass die Zeit, etwa Stunden, Tage u. s. w. als Abscissen und die Pegelstände der betreffenden Stelle des Hauptflusses als Ordinaten aufgetragen werden.

Durch die Vergleichung der ganzen Gruppe von Wassermengencurven der Seitenzuflüsse mit der Wasserstandscurve des Hauptflusses werden nun alle Fragen gelöst.

Das Centrum (Schwerpunkt) jeder Welle, welche die Niederschlagsmassen des Seitenzuflusses darstellt, wird eine gewisse horizontale, auf der die Zeit darstellenden Abscissenaxe, messbare Distanz von der fraglichen Stelle des Hauptflusses haben. — Diese Distanz gibt eben die Zeit an, welche die einzelnen Niederschlagsmassen der Seitenzuflüsse benöthigten, um die Culmination des Wasserstandes im Hauptflusse zu bewirken.

Durch den öfteren Vergleich der Niederschlagsmassen der einzelnen Seitenzuflussgebiete mit der Höhe des maximalen Wasserstandes am Hauptflusse erhält man das zweite Element für die Prognose, das ist für bestimmte Regenmengen erhält man den zugehörigen Pegelstand.

Guillemain glaubt, dass wenn man auch auf diese Weise nicht auf eine sichere Prognose hoffen kann, es doch möglich sein werde, manchen Tag früher anzusagen ob die zu erwartende Hochwasserwelle gross oder nur mittelgross sein werde, weil die Ueberschwemmungen der grossen Flüsse durch ausgedehnte Niederschläge und mit häufiger Wiederholung derselben Umstände hervorgerufen zu werden pflegen.

An der Loire fand Guillemain zum Beispiel nachstehende Thatsachen, die jedoch nur für Bec d'Allier anwendbar sind:

Die Ueberschwemmungen werden im allgemeinen bestimmt durch den Regen der drei vorhergehenden Tage. Das Maximum des Hochwassers in Bec d'Allier trifft 58 bis 60 Stunden nach dem Zeitpunkte ein, welcher als das Centrum der Regenperiode angesehen werden kann; das Verhältnis der Hochwasserhöhe zur gefallenen Niederschlagsmasse, nachdem der Boden bereits mit Wasser gesättigt ist, ist folgendes: 12 *mm* täglich während dreier aufeinanderfolgender Tage füllen das Bett der Loire bis zur Höhe nahe der Ueberschwemmung; 20 *mm* täglich durch drei aufeinanderfolgende Tage geben ein Hochwasser von 4·30 *m* über dem Niederwasser; 35 *mm* täglich durch drei aufeinanderfolgende Tage geben eine grosse Ueberschwemmung von 5·40 *m* über dem Niederwasser."

Um den Moment, in welchem die Sättigung des Bodens bereits eingetreten ist, zu constatieren, von welchem ab die Regenhöhe erst zu zählen ist, muss eine vergleichende Studie bei kleinen Hochwässern und der dazu gehörigen Pegelbeobachtungen gemacht werden, womit man einerseits die Höhe der Niederschläge erhält, welche auf den Pegelstand des Flusses noch keinen Einfluss haben, anderseits aber auch die Regenhöhe, welche bei einem bestimmten Pegelstande schon die Sättigung des Bodens bewirkt.

In der Loire bei Bec d'Allier scheint es, dass der Boden gesättigt ist, wenn der Pegelstand 1·30 *m* über dem Niederwasser erreicht und dass während der Dauer des Niederwassers 40 *mm* nothwendig sind, um den Boden in den Zustand der Sättigung zu versetzen.

In Böhmen wurde seit Beginn des Jahres 1891 bereits ein regelmässig functionierender Wasserprognosedienst für die Elbe-Strecke von Melnik abwärts über dringendes Ersuchen der Interessenten eingeführt, während bis zum Jahre 1890 das hydrographische Bureau des Landesculturrathes die Berechnungen der zu erwartenden Wasserstände zwar vornahm, dieselben jedoch nur über besonderen Wunsch der Interessenten bekannt gab, von denen hauptsächlich zu nennen sind: der Elbe-Verein in Aussig, die Generaldirection der österreichischen Nordwestbahn, die Bezirksvertretung in Melnik und die Elbstrombauverwaltung in Magdeburg. Die Zahl der Flusstellen, für welche die Nachrichten ertheilt wurden, vermehrte sich im Laufe des Jahres 1890 bedeutend, so dass gelegentlich des letzten im November 1890 eingetretenen grossen Hochwassers Vorausberechnungen stattfanden: für die Elbe in Melnik, Leitmeritz, Aussig, Tetschen, Laube, Dresden (Sachsen) und Torgau (Preussen).

Um ein Bild über den Grad der Genauigkeit zu geben, welcher bei diesen Hochwasserprognosen erreicht werden kann, sei Folgendes angeführt:

Die Hochwasserprognosen von Prag aus ergaben für Aussig und Torgau, dem entferntesten in Preussen gelegenen Punkte der Nachrichtenstrecke folgendes Resultat: Gelegentlich der Hochflut vom August 1890 wurde dem Elbe-Verein in Aussig am 9. August 1890 vormittags depeschiert, dass nach Verlauf eines Tages die Elbe in Aussig die Höhe von + 330 *cm* erreichen dürfte; am 10. wurde für den nächstfolgenden Tag die gleiche Prognose gestellt. Die wirklich eingetretenen Stände waren + 326 und + 335. — Für Torgau ergab die Vorausberechnung am 9. vormittags für den 11. August abends eine Elbe-Höhe von + 430 *cm*; der gleiche Stand wurde am 10. vormittags für den 12. abends depeschiert. Wirklich beobachtet wurden + 434 und + 432 *cm*. Die Vortheile dieses so zuverlässigen Wasserstands-Ankündigungsdienstes traten gelegentlich der furchtbaren Hochwasserkatastrophe vom September 1890 am glänzendsten zutage.

Am 3. September vormittags wurde dem Elbe-Verein angezeigt, dass am nächstfolgenden Tage vormittags die Elbe in Aussig einen Stand von 500 *cm* über Null erreichen dürfte. Am genannten Tage wurde für den 4. abends eine Höhe von 600 *cm* prognosticiert. Beobachtet wurde der Stand von + 500 *cm* am 4. g. M. gegen 11½ Uhr vormittags und von + 600 *cm* vor 8 Uhr abends.

Bezüglich des höchsten Standes wurde die Prognose am 4. abends für den 5. abends auf 8 *m* gestellt; die wirklich eingetretene grösste Elbehöhe in Aussig betrug + 805 *cm*.

Im allgemeinen kann für die Elbe in Aussig die Ankündigung der Hochwässer auf rund einen Tag (24 Stunden), für die Elbe in Torgau bereits auf zwei und einen halben Tag (60 Stunden) im voraus erfolgen.

Diese überraschend günstigen Ergebnisse sind der in Anwendung gebrachten rationellen Methode zu verdanken, und muss hervorgehoben werden, dass selbst in Frankreich, wo sich die Erkenntnis der Nothwendigkeit eines geregelten Hochwasser-Prognosendienstes zuerst Bahn gebrochen hat, und wo seit nahezu 40 Jahren unablässig an der Vervollkommnung der diesbezüglichen Berechnungsmethoden gearbeitet wird, es bisher nicht gelungen ist, derartige Resultate zu erzielen.[1]

Diese Methode selbst ist übrigens eine einfache.

Um nämlich den Wasserstand der Elbe in Tetschen vorherzusagen, werden die Pegelstände der drei Hauptzuflüsse der Elbe, nämlich der Moldau, der kleinen Elbe und der Eger an drei Punkten gemessen, von denen aus das Hochwasser die gleiche Zeit braucht, um in Tetschen anzukommen, es ist dies für die Eger bei Laun, für die kleine Elbe bei Brandeis und für die Moldau bei Karolinenthal.

Für alle vier Pegel, nämlich für diejenigen von Tetschen, Karolinenthal, Laun und Brandeis wurde vorerst das Gesetz der Zunahme der Wasserdurchflussmengen mit dem Steigen des Wasserstandes am betreffenden Pegel bestimmt, was durch genaue Geschwindigkeitsmessungen mit dem Woltmann'schen Flügel und die entsprechende weitere Berechnung geschehen ist. Diese Resultate wurden für jeden Pegel graphisch in Curven dargestellt, so dass die Abscissen die Zeit, die Ordinaten aber die Pegelstände, bezw. die Wassermengen bedeuten.

Durch Vergleich der Curven der drei Seitenflüsse an den Pegeln in Karolinenthal, Brandeis und Laun ergibt sich nun, dass die aus gleichzeitig vorgenommenen Pegelbeobachtungen an den drei Flüssen abgeleiteten Wassermengen summiert und um einen Zuschlag von 10 Perc. vergrössert jenes Wasserquantum geben, welches bei höheren Wasserständen nach Verlauf eines Tages Tetschen passieren muss.

Aus der graphischen Zusammenstellung der Wassermengen und Wasserstände in Tetschen ergibt sich zu dieser aus den Seitenzuflüssen berechneten Wassermenge sofort der Pegelstand, welcher in 24 Stunden an der Elbe bei Tetschen eintreten wird.[2]

Aus diesen Zusammenstellungen der Resultate der Hochwasserprognose in Frankreich, Italien und Böhmen ergibt sich mit voller Klarheit, wie überaus wichtig und ausschlaggebend die Pegelbeobachtungen am Hauptflusse und den Seitenzuflüssen für die Wasserprognose sind, sowie weiters, dass auch für diesen Zweck, wie dies für die Profilsausmittlung schon früher hervorgehoben wurde, die ombrometrischen Messungen nur in der Hand eines geschickten, mit den Flussverhältnissen vollkommen vertrauten, im Centrum des Flussgebietes seinen Sitz habenden Ingenieurs einen praktischen Wert für den Wasserbau des speciellen Flusses haben können. Die sonstigen Vortheile ombrometrischer und meteorologischer Beobachtungen sind mehr allgemeiner Natur und gereichen mehr der physikalischen Geographie, der kosmischen Physik, der Klimatographie und Klimatologie zum Nutzen, wenn auch nicht verkannt werden darf, dass auch die Hydrographie und Hydrologie, indirect also auch der Wasserbau aus den Resultaten dieser allgemeinen Wissenschaften wichtige Daten und Anregungen erhalten kann und soll.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Einrichtung eines derartigen einer modernen Staats- und Landesverwaltung entsprechenden Hochwasser-Nachrichtendienstes auch im Etsch-Thale und vielleicht gerade hier von grösstem Vortheile nicht nur für die Interessenten, sondern auch für den Staat und das Land und das öffentliche Interesse überhaupt sein müsste.

Hängt doch die Verhütung von Elementarschäden, welche im Etsch-Thale in einem einzigen Hochwasser Werte von vielen Millionen vernichten können, aber selbst durchschnitt-

[1] Diese Ausführungen sind einer officiellen Publication des culturtechnischen Bureau in der Zeitung „Politik“ vom 7. December 1890 entnommen.

[2] Harlacher und Richter: „Mittheilungen über eine einfache Ermittlung der Abflussmengen von Flüssen und über die Vorherbestimmung der Wasserstände“. (Allgemeine Bauzeitung von Förster, Jahrg. 1886.)

lich jährlich eine Höhe von etwa 100.000 fl. erreichen können, wesentlich davon ab, dass die Hochwassergefahr rechtzeitig bekannt werde. Es ist viel zweckmässiger, die geringen Auslagen für den Hochwasser-Nachrichtendienst zu bestreiten, als die Behebung von Elementarschäden vornehmen zu müssen, welche bei richtiger Organisierung des Nachrichtendienstes leicht vermieden werden können.

Ein grosses Interesse an einem derartigen Dienst haben ausser der ganzen Etsch-Regulierung, deren Dämme gegen die Hochwässer regelrecht vertheidigt werden müssen, auch alle betheiligten Ortschaften, insbesondere Trient und im benachbarten Italien Verona.

Die unteren Stadttheile von Trient sind bei grossen Elementarkatastrophen stets der Ueberschwemmung auf mehrere Meter Höhe, in schwierigen Fällen auch der Gefahr der Zerstörung ausgesetzt. Dasselbe gilt von den öffentlichen Communicationen.

Verona war im Jahre 1882 3—4 *m* unter Wasser, eine grosse Zahl von Häusern und Brücken kam zum Einsturz, darunter auch die alte Brücke „Ponte Nuovo" aus der Zeit der Scaliger, viele Fresken und seltene Kunstwerke wurden zerstört.

Ungeheueren Schaden über die venetianische Ebene brachte auch der Dammbruch der Etsch bei Legnago, dessen Schliessung gegen $1^1/_2$ Millionen kostete und durch welchen ein ungeheueres Gebiet vom September 1882 bis März 1883 zu unermesslichen Schaden aller betheiligten Factoren unter Wasser blieb.

Ist daher die Nothwendigkeit der Einrichtung des Hochwasser-Nachrichtendienstes ausser Frage, so ist anderseits auch die Möglichkeit vorhanden, diesen Dienst in vollkommenster Weise im Etsch-Gebiete einzurichten.

Die Prognose wird aber im Etsch-Gebiete ganz besonders auf die Pegelbeobachtungen angewiesen sein, weil die grossen Hochwässer nicht nur durch grosse Regen, sondern erfahrungsmässig bei sciroccalen Luftströmungen zum grossen Theile durch die Schnee- und Gletscherschmelze verursacht werden, deren Relation zu den Hochwasserständen der Etsch eine noch weit compliciertere ist, als dies schon bei den Regenmengen allein der Fall ist.

Immerhin sollen auch diese letzteren Studien durch flusskundige Ingenieure Hand in Hand mit den hydrometrischen Arbeiten betrieben werden.

Für welche Orte die Wasserstandsprognosen ausgegeben werden sollen, wird erst zu bestimmen sein, da sich das Bedürfnis hiezu erst nach und nach herausstellen und entwickeln wird.

Schon jetzt kann aber gesagt werden, dass die Prognosen von Bozen, als dem Centrum des Dienstes aus, mindestens für Meran, Bozen, Trient, Calliano, Ala, Verona und Legnago werden vorgenommen werden müssen.

Für die Prognose für Meran oberhalb der Passer, die sich nur für wenige Stunden wird ausführen lassen, da das Hochwasser durchschnittlich 11 *km* per Stunde durchläuft, wird ein Pegel im Etsch-Thal etwa bei Schlanders, weiters ein Pegel im Martell-Thal und einer im obersten Lauf des Schnalser-Thales maassgebend sein; diese Pegel sind so aufzustellen, dass das Hochwasser nahezu dieselbe Zeit braucht, um von jedem der drei Pegel bei Meran anzukommen. Diese Prognose könnte aber nur 3 Stunden früher ausgegeben werden.

Für Schlanders selbst könnte übrigens die Prognose für 1 bis $1^1/_2$ Stunden aus einem Etsch-Pegel bei Glurns, einem Pegel im Trafoier-Thal und einem Pegel im Matscher-Thal gebildet werden.

Für Bozen dürfte schon die Eisack, die Passer und der Falschauer so maassgebend sein, dass man vier Pegel, nämlich den Etsch-Pegel bei Naturns, ferner einen zeitlich von Bozen gleich weit entfernten Pegel im Eisack-Thal etwa bei Klausen, einen im Passer- und einen im Ulten-Thal zur Prognose wird verwenden müssen, allerdings reduciert sich hiedurch die Zeit der Voraussage für Bozen auf etwa 3 Stunden.

Diese Prognose wird sehr genaue Resultate ergeben.

Zieht man jedoch minder genaue Resultate vor und wünscht eher die Gefahr einige Zeit früher zu erfahren, so kann man mit der Prognose bis zu den weiter der Etsch aufwärts gelegenen Pegeln, also mit Vernachlässigung des Passer- und Ulten-Thales und dem entsprechend zu einem höher gelegenen Eisack-Pegel gehen.

Für St. Michele werden sich gute Prognosen auf etwa 7 Stunden aus Pegeln an der Etsch, der Eisack, der Rienz, der Talfer, dem Falschauer und der Passer aufstellen lassen.

Die Hochwässer des Noce und Avisio werden sich für Trient kaum früher als 5 Stunden vorher ansagen lassen und dürfte schon aus bloss drei Pegeln, beispielsweise demjenigen von Pfatten, einem im Val di Sole und einem im Fassa-Thale, sich wahrscheinlich eine verwendbare Prognose ergeben.

Nahezu dieselbe Prognose wie in Trient kann für Sacco (bei Roveredo) schon 7 Stunden früher ausgegeben werden.

Von Sacco abwärts kommt noch der Leno hinzu, der separat berücksichtigt werden muss.

Wird vom Leno abgesehen, so kann für die Reichsgrenze gegen Italien bei Avio die Prognose 9 Stunden, für Verona etwa 13 Stunden früher ausgegeben werden.

Diese Prognosen werden voraussichtlich, namentlich wenn sie durch den Vergleich mit den ombrometrischen Beobachtungen unterstützt werden, nicht viel zu wünschen übrig lassen.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass es selbstverständlich erst Sache einer eigens zu bildenden hydrographischen Abtheilung sein wird, die näheren Details, die hier nur andeutungsweise und unter Vorbehalt der Resultate des weiteren Studiums gegeben werden konnten, zu bestimmen.

Die zum Zwecke des Hochwasser-Nachrichtendienstes unbedingt erforderlichen telegraphischen Verbindungen sind besonders im Hauptthale bereits vorhanden.

Die unbedeutenden Verlängerungen der Telegraphenleitung, eventuell die Installation von Telephonleitungen wird keine besonders grossen Kosten verursachen und ausserdem im Interesse der Staats-, Landes- und Gemeindeverwaltungen, sowie in demjenigen des Fremdenverkehres liegen, so dass vorausgesetzt wird, dass für die Herstellung der Telegraphenverbindung anderweitig vorgesorgt werden dürfte.

Die Kosten dieser Verbindungen können übrigens bei dem dermaligen Stande der Angelegenheit noch nicht mit Sicherheit angegeben werden, obwohl jetzt schon gesagt werden kann, dass sie so gering sind, dass man vorläufig hierauf keine Rücksicht zu nehmen braucht.

Es wird wünschenswert und zur Ausnützung der Regenbeobachtungen bei den Wasserprognosen sogar unbedingt nothwendig sein, mit dem Telegraphennetz der Pegelstationen mindestens je eine ombrometrische Gipfel- oder Hochstation mindestens der wichtigsten Seitenthäler in Verbindung zu bringen.

5. Capitel.

Die übrigen meteorologischen Beobachtungen.

Bisher wurden nur die hydrographischen Arbeiten und die in innigster Beziehung zu denselben stehenden Regenmessungen in Erörterung gezogen.

Ausser diesen Beobachtungen und Arbeiten sind aber in zweiter Reihe weitere meteorologische Beobachtungen wünschenswert, um den Zusammenhang der Abfluss- und Niederschlagsverhältnisse mit allgemeinen meteorologischen als auch kosmischen Erscheinungen verfolgen zu können, was auch für die eigentlich bloss hydrotechnischen Zwecke der Hydrographie des Etschgebietes von Vortheil ist.

Derartige Beobachtungen, welche für die Etsch-Hydrographie nur in zweiter Reihe in Frage kommen, werden seitens der bereits bestehenden meteorologischen Stationen des Etsch-Gebietes bezüglich der wichtigsten meteorologischen Elemente bereits gepflogen und die Resultate dieser von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien gegründeten und geleiteten Stationen alljährlich in den Jahrbüchern dieser Anstalt im Auszuge veröffentlicht. Nach dem Gutachten der Direction dieser Anstalt ist die Anzahl dieser Stationen genügend, um das Etsch-Gebiet in allgemeiner klimatographischer Beziehung aufzuklären. Umsomehr müssen daher dieselben für die Etsch-Regulierung und die Hydrographie des Etsch-Gebietes genügen, welcher es lediglich um eine allgemeine Orientierung in den klimatologischen Elementen zu thun sein kann.

Die hydrographische Abtheilung für das Etsch-Gebiet, welche zur Pflege der Hydrographie dieses Gebietes geschaffen werden sollte, bedarf daher keiner neuen kostspieligen Einrichtung und Erhaltung weiterer meteorologischer Beobachtungsstationen, sondern kann die erforderlichen meteorologischen Daten, mit Ausnahme der ombrometrischen — direct von der k. k. Centralanstalt in Wien erhalten, zu welchem Behufe ein Uebereinkommen mit dieser Anstalt zu treffen sein wird.

Die verschwindenden Kosten einer solchen Mittheilung der Beobachtungsresultate kommen kaum in Betracht.

Die hydrographische Abtheilung für das Etsch-Gebiet wird diese Beobachtungsdaten, entsprechend zu verwerten, insbesondere mit den hydrographischen und ombrometrischen Beobachtungsresultaten in Verbindung zu setzen haben.

Insbesondere werden die Daten über die Temperatur, den Luftdruck, die atmosphärische Feuchtigkeit, die Verdunstung, die Bewölkung, die Gewitter, die Winde u. s. w. den praktischen Zwecken dieses speciellen hydrotechnischen Dienstes entsprechend zu verwerten sein.

Weitere wissenschaftliche Forschungen, insbesondere solche aus dem Gebiete der kosmischen Physik, der physikalischen Geographie, der Klimatologie u. s. w. anzustellen, liegt ausserhalb des Rahmens der hydrographischen Thätigkeit im Etsch-Gebiete, wenn auch der hohe wissenschaftliche Wert und der allgemeine Nutzen dieser Forschungen nicht in Frage gestellt werden soll.

Für diese Forschungen, welche sich auch auf die Erscheinungen des Erdmagnetismus, der atmosphärischen Elektricität, der Erdbeben, der Gletscherschwankungen u. s. w. zu erstrecken haben, müsste eine eigene Landesanstalt für Klimatologie und Meteorologie von Tirol mit dem Sitze in Innsbruck gegründet werden, welche in keinem dienstlichen Zusammenhange mit der technischen Abtheilung für die Hydrographie des Etsch-Gebietes stehen könnte.

Allgemeine Berührungspunkte zwischen beiden Anstalten würden sich nur insoweit ergeben, als allenfalls die Lieferung der allgemeinen meteorologischen Daten, mit Ausnahme der ombrometrischen, welche der hydrographischen Abtheilung in Bozen direct zukommen müssten, im Wege der Leitung dieser Landesanstalt für Klimatologie und Meteorologie Tirols geschehen könnte.

Diese Landesanstalt hätte dann selbstverständlich die Ueberwachung aller Stationen, die Prüfung der Beobachtungsdaten und die Publication derselben in der Weise zu besorgen, wie dies jetzt, wenn auch in nicht vollkommen genügender Weise seitens der Direction der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien geschieht.

6. Capitel.

Die Organisation der zu errichtenden technischen Anstalt für die Hydrographie des Etsch-Gebietes.

Bevor diesbezüglich die näheren Anträge gestellt werden, soll im kurzen erst der analogen Organisationen der „hydrographischen Abtheilung des culturtechnischen Bureaus des Landesculturrathes des Königreiches Böhmen“ in Prag und des „Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie des Grossherzogthums Baden“ in Karlsruhe gedacht werden.

A. Die Organisation der hydrographischen Abtheilung des culturtechnischen Bureaus des Landesculturrathes des Königreiches Böhmen in Prag.

Gegen die Mitte der siebziger Jahre wurde vom Landtage des Königreiches Böhmen eine Enquête-Commission zu dem Zwecke einberufen, um über die Einrichtung eines hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes in Böhmen Anträge zu erstatten.

Auf Grund dieser Anträge wurde vom böhmischen Landtage eine „hydrographische Commission“ eingesetzt und derselben die Aufgabe zugewiesen, eine gründliche Untersuchung der Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Lande vorzunehmen. Diese Commission, welche ihre Thätigkeit im Jahre 1875 begann, überwies die Erforschung der Niederschlagsverhältnisse einer besonderen „meteorologischen Section“, deren Leitung dem Herrn Universitätsprofessor Dr. F. J. Studniczka zugetheilt wurde, während mit den auf die Abflussverhältnisse bezughabenden Untersuchungen sich eine zweite, nämlich die „hydrometrische Section“ beschäftigte, deren Arbeiten vom k. k. Professor der Ingenieurwissenschaften an der deutschen technischen Hochschule in Prag, A. R. Harlacher geleitet wurden.

Beide Sectionen veröffentlichten über ihre Beobachtungen vielfache Publicationen; so wurden alljährlich die ombrometrischen Beobachtungen durch Professor Studniczka, die hydrometrischen von Professor Harlacher veröffentlicht.

Ausserdem erschien im Auftrage der „hydrographischen Commission des Königreiches Böhmen“ die mustergiltige Arbeit Professor Harlacher's über „die hydrometrischen Arbeiten in der Elbe bei Tetschen“ im Jahre 1883.

So nützlich diese beiden getrennten Sectionen waren, so hat doch die Erfahrung in Böhmen zweifellos sichergestellt, dass für die erspriessliche Wirksamkeit der hydrographischen Arbeiten die Lostrennung der meteorologischen, namentlich der ombrometrischen Beobachtungen lähmend einwirkte, und dass eine Vereinigung beider unbedingt nothwendig ist. Nachdem weiters der Hauptzweck und das Schwergewicht der Arbeiten rein hydrotechnischer, praktischer Natur ist, so wurde als nöthig erkannt beide Anstalten zu vereinigen und die Leitung einem Hydrotechniker, als dem einzig hiezu ausgebildeten und competenten Fachmanne zu übergeben.[1])

Demgemäss beschloss der böhmische Landtag im Jänner 1888 die früher bestandene hydrographische Commission nebst deren

[1] Auskunft des Vorstandes des culturtechnischen Bureaus, Herrn Ober-Ingenieurs Anton Němec.

ombrometrischer und hydrometrischer Section aufzulösen, und deren gesammte Arbeiten dem „technischen Bureau des Landesculturrathes des Königreiches Böhmen" zu übertragen, in welchem Bureau eine eigene technische Abtheilung unter dem Titel „hydrographische Abtheilung des technischen Bureaus des Landesculturrathes" gebildet wurde.

Diese hydrotechnische, aus Wasserbau-Ingenieuren bestehende Abtheilung besorgt in mustergiltiger Weise sowohl den meteorologischen als den hydrometrischen und den Hochwasser-Nachrichtendienst.

Die Dotation für diese hydrographische Abtheilung des culturtechnischen Bureaus betrug bisher vom Lande 4000 fl.
und vom Staate 1000 fl.
Zusammen . 5000 fl.

während die Dotation der früheren „hydrographischen Commission" im ganzen 7000 fl. betrug.

Erst in neuester Zeit wurde auch der hydrographischen Abtheilung des culturtechnischen Bureaus dieselbe Dotation von 7000 fl. bewilligt, wovon 6000 fl. das Land und 1000 fl. der Staat übernommen hat.

Derzeit sind bei der hydrographischen Abtheilung angestellt

2 Ingenieure mit dem Gehalte von je 1200 fl., zusammen	2400 fl.
Die Reise- und Diätenkosten betrugen	1000 fl.
Die Druckkosten	2000 fl.
Die Honorare der Niederschlags- und Pegelbeobachter betrugen	600 fl.
Die Kosten der Hilfsarbeiter	600 fl.
Reparaturen etc.	400 fl.
Zusammen .	7000 fl.

Ausserdem wurde für ausserordentliche Publicationen über die Hochwässer im Jahre 1890 und für Inventaranschaffungen eine ausserordentliche Dotation von 1500 fl. bewilligt.

Nach eingeholten Erkundigungen functioniert die gegenwärtige Organisation dieser allgemein als mustergiltig anerkannten Anstalt vortrefflich, namentlich aber weit besser, als dies früher der Fall war, wo die meteorologischen und hydrometrischen Arbeiten getrennt waren, eine Erfahrung, welche für die Organisation künftig zu gründender ähnlicher Institute nicht ausseracht gelassen werden darf.

B. Die Organisation des „Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie des Grossherzogthums Baden" in Karlsruhe.

Seit 1868, in welchem Jahre auf Anordnung des damaligen grossh. Handelsministeriums ein geordnetes System meteorologischer Stationen in Baden eingerichtet worden ist, war die unmittelbare Leitung der Beobachtungen und die sonstige Besorgung der meteorologischen Angelegenheiten des Landes einer bei dem physikalischen Cabinet der grossh. Polytechnischen Schule errichteten „Meteorologischen Centralstation" übertragen. Es hat sich jedoch auch in Baden, ähnlich wie in Böhmen, als weit zweckmässiger erwiesen, die unmittelbare Besorgung der meteorologischen Angelegenheiten nunmehr derjenigen Centralbehörde zu übertragen, zu deren Wirkungskreis das Wasserbau- und das Landesculturwesen gehört, nämlich der grossh. Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues.

Zu dieser nunmehr seit Mai 1883 trefflich functionierenden Einrichtung haben die Erfahrungen der Hochwasserereignisse und die aus denselben geschöpfte Erkenntnis geführt, dass es unbedingt nothwendig ist, die Pflege der hydrologischen und meteorologischen Wissenschaft in innigster Verbindung zu bewirken, um praktisch verwertbare Ergebnisse erzielen zu können.[1]

[1] Jahresbericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden etc. etc. für das Jahr 1883.

Das Centralbureau wurde der grossh. Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues unterstellt, und die Leitung desselben dem Referenten für das Wasserbauwesen, Oberbaurath Honsell, übertragen.

Um bezüglich der meteorologischen Arbeiten allseits in Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft zu bleiben, ward dem Bureau ein wissenschaftlicher Beirath in der Person des Professors für Physik an der Polytechnischen Schule in Karlsruhe beigegeben.

Der Personalstand war im Jahre 1884 folgender:[1]

Vorstand, zugleich Referent für Wasserbau und Schiffahrt, Meteorologie und Hydrographie bei der grossh. Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues;

Wissenschaftlicher Beirath, Professor der Physik an der Polytechnischen Schule;

1 Ingenieur I. Classe, Stellvertreter des Vorstandes, betraut mit den hydrometrischen Arbeiten;

1 Assistent für Meteorologie und das geologische Gebiet berührende Untersuchungen;

1 Ingenieur } mit hydrographischen Arbeiten
1 Ingenieur-Praktikant } beschäftigt;

1 Lithograph;

2 Gehilfen für Zeichnen- und Rechnenarbeit.

Ausserdem wurde ein Hilfsarbeiter des Wasserbau-Referenten (Ingenieur) zu hydrometrischen und hydrologischen Untersuchungen beigezogen, und ein Theil der kartographischen Arbeiten von dem technischen Bureau der Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues geleistet. Ebenso werden das Rechnungswesen, die Bibliotheksverwaltung und die Kanzleigeschäfte von den betreffenden Organen der genannten Oberbehörde besorgt.

Als Agenden des Centralbureaus wurden im Wesentlichen bestimmt:

1. Die unmittelbare Beaufsichtigung und Leitung der meteorologischen Stationen in Baden, sowie die Sammlung und Bearbeitung der meteorologischen Beobachtungen und Veröffentlichung der Ergebnisse derselben;

2. die Ueberwachung der Geschäfte des Bureaus für den Wetternachrichtendienst;

3. die Sammlung, Bearbeitung und Vervielfältigung, bezw. auch Veröffentlichung der Wasserstandsbeobachtungen an den badischen Flüssen;

4. die Leitung von hydrometrischen und hydrographischen Arbeiten der technischen Bezirksbehörden;

5. die auf Meteorologie und Hydrographie bezüglichen Correspondenzen mit den Behörden des In- und Auslandes;

6. allgemeine wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Witterungskunde und der Hydrologie mit specieller Berücksichtigung auf praktische Verwertung in Baden;

7. der Austausch von Drucksachen und schriftlichen Mittheilungen mit verwandten Anstalten im deutschen Reich und im Ausland.

C. Vorschläge für die Organisation des hydrographischen und meteorologischen Beobachtungsdienstes im Etsch-Gebiete.

Auf Grund der Erfahrungen, welche in Baden und Böhmen dazu führten, die früher getrennten meteorologischen und hydrographischen Sectionen zu einem organischen Ganzen zu vereinigen, wodurch allein es möglich geworden ist, für den Wasserbau und die wissenschaftliche Hydrologie praktisch verwendbare Resultate zu erlangen, erscheint es zur Erreichung des vornehmlich praktischen, die Etsch-Regulierung betreffenden

[1] Jahresbericht etc. 1884.

Zweckes, unbedingt erforderlich, auch im Etsch-Gebiete diese beiden Diensteszweige zu vereinigen.

Dies ist hier um vieles leichter, als in Baden und Böhmen, indem die Beaufsichtigung und Leitung der meteorologischen Beobachtungs-Stationen des Etsch-Gebietes ohnehin schon von der Direction der als mustergiltig anerkannten k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien besorgt wird, welche Anstalt auch die Publication der Beobachtungsergebnisse in den Jahrbüchern veranstaltet.

Es wird durch entsprechende Vereinbarung ein leichtes sein, sämmtliche meteorologische Daten von der Direction der k. k. Centralanstalt zu erhalten, und nachdem das Etsch-Gebiet in allgemein klimatischer Hinsicht nach dem Urtheile dieser durch eine Autorität ersten Ranges, nämlich den Hofrath Professor Julius Hann, geleiteten Direction genügend aufgeklärt ist, so ist im allgemeinen mit Ausnahme der Niederschlagsmessungen, die Errichtung weiterer meteorologischen Stationen nicht erforderlich.

Was die Regenmessungen anbelangt, so wurde schon erwähnt, dass ca. 80 neue Regenbeobachtungs-Stationen für das Etsch-Gebiet nothwendig sind.

Nachdem die Direction der k. k. Centralanstalt sich ausser Stande erklärt hat, ein so ausgebreitetes Netz von Wien aus zu beaufsichtigen und auch die leider sehr beschränkte Dotation dieser vortrefflichen Anstalt ihr auch die Gründung und Erhaltung der 80 neu zu errichtenden Stationen nicht gestattet, so wird es sich empfehlen, die neuen Regenstationen der zu gründenden „technischen Abtheilung für die Hydrographie des Etsch-Gebietes“ mit dem Sitze in Bozen zu unterstellen.

Dass diese Abtheilung die Beaufsichtigung und Evidenzhaltung der Niederschlagsbeobachtungen zu führen befähigt ist, unterliegt bei der einfachen Natur dieser Messungen einem umso geringeren Zweifel, als der heutige moderne Hydrotechniker mit einer Fachbildung ausgestattet ist, welche sich in hochwissenschaftlicher Weise auf mathematischer, physikalischer und naturwissenschaftlicher Grundlage aufbaut, und als die Klimatologie und Meteorologie bereits an allen technischen Hochschulen gelehrt wird und einen wichtigen Theil jedes Lehrbuches über Wasserbau bildet.

Sollten dem betreffenden Ingenieur auch einzelne Kenntnisse der physikalischen Geographie abgehen, so ist er auf Grund seiner hohen Studien der Mathematik, Physik, Mechanik, niederen und höheren Geodäsie und Astronomie mehr als hinlänglich befähigt, sich unter Benützung der reichhaltigen einschlägigen Literatur die erforderlichen Kenntnisse zu verschaffen.

Dementgegen ist es völlig undenkbar, einen Nichttechniker die Lösung hydrologischer, auf praktische Wasserbaufragen bezüglicher Aufgaben zuzumuthen, indem ein langes, angestrengtes Lebensstudium, eine grosse Erfahrung im Wasserbau, Localkenntnis des Flusses und eine ausserordentliche Belesenheit, sowie Kenntnis der Flussregulierungen der Nachbarländer unbedingt nothwendig sind, um ein fachmännisches Urtheil in Fragen des Wasserbaues und der Hydrologie zur Reife zu bringen.

Ebenso verfehlt wäre es, die Leitung eines dem Hauptgewichte nach rein technischen Institutes einem Nichttechniker anzuvertrauen, indem ein solcher ganz andere, seinem Specialfach entsprechende Ziele verfolgen und auf den technischen Organismus nur entmuthigend und beim besten Willen und den grössten persönlichen Fähigkeiten doch nur hindernd und lähmend wirken müsste.

Gegen eine solche Unterordnung unter einen Nichtfachmann würde auch das in Oesterreich bereits gekräftigte Standesbewusstsein des modernen Ingenieurs sprechen, durch welches stete Reibungen zum Nachtheile des Dienstes hervorgerufen werden müssten.

Es wird sich aus diesen Gründen empfehlen eine „technische Abtheilung für die Hydrographie des Etsch-Gebietes“ zu errichten, an deren Spitze ein Wasserbau-Ingenieur zu stellen wäre.

Der Sitz dieser Abtheilung müsste Bozen sein, weil einerseits Bozen eine ziemlich centrale Lage im Etsch-Thal besitzt, anderseits die Möglichkeit Wasserprognosen auszugeben, Bozen wegen seiner Lage an der Vereinigung der mächtigen Flussbecken der oberen Etsch und der Eisack geradezu prädestiniert.

Weiters spricht für die Wahl dieses Ortes auch die Nothwendigkeit des innigen Contactes der hydrographischen Abtheilungen mit den Etsch-Bauleitungen in Bozen und Trient, welcher beispielsweise von Innsbruck aus vollkommen undenkbar ist.

Was die disciplinäre Unterstellung anbelangt, so wäre die hydrographische Abtheilung, insolange die Durchführung der Etsch-Regulierung von der Staatsverwaltung geleitet wird, auch dieser letzteren unterzuordnen, da der innige Contact zwischen dieser Abtheilung und der Etsch-Oberbauleitung und den Sectionsbauleitungen in Bozen und Trient dies unbedingt erfordern.

Anderseits wäre es verfehlt, die hydrographische Abtheilung einer oder der anderen Sectionsbauleitung in Bozen oder Trient unterzustellen, weil hiedurch die Gefahr geschaffen würde, diese Abtheilung ihrem eigentlichen Zwecke zu entziehen.

Es wird sich daher empfehlen, die hydrographische Abtheilung in Bozen direct der k. k. Statthalterei bezw. dem Statthalterei-Baudepartement als Etsch-Regulierungs-Oberbauleitung unterzuordnen, den Bauleitungen in Bozen und Trient aber lediglich zu coordinieren.

Nach Beendigung der Etsch-Regulierungsarbeiten wäre die hydrographische Abtheilung definitiv der k. k. Statthalterei oder dem Landesausschusse unterzuordnen.

Die Agenda der Anstalt ist durch das in den früheren Capiteln bereits Erwähnte gegeben.

Was das Personale anbelangt, so wird vorläufig ein Ingenieur als Leiter der Abtheilung, dem ein Ingenieur-Praktikant, ein Zeichner und ein Diener beizugeben wären, genügen. Ein wissenschaftlicher Beirath für eventuelle physikalische Fragen wäre von Fall zu Fall bei wirklichem Bedarfe um sein Gutachten anzugehen.

Für culturtechnische Zwecke wäre ein Culturingenieur, der die erforderliche Landeskenntnis besitzt und vermöge seines Berufes alle Veränderungen in den Culturverhältnissen, Meliorationen u. s. w. zu verfolgen vermag, als Beirath heranzuziehen, wofür derselbe am zweckmässigsten zu pauschalieren wäre.

D. Die Kosten der Einrichtung der beantragten hydrographischen Abtheilung für das Etsch-Gebiet in Bozen.

Diese Kosten würden sich in folgender Weise ergeben:

1. 80 Stück neue Ombrometer à 15 fl.	1200 fl.
2. 6 Stück selbstregistrierende Regenmesser à 100 fl.	600 fl.
3. Instructionen und Formularien	100 fl.
4. 50 Stück neue Pegel à 10 fl.	500 fl.
5. Kanzleieinrichtung in Bozen	300 fl.
6. Messapparate (Nivellier-Instrumente, Woltmann-sche Flügel etc.)	2000 fl.
7. Bücher, Utensilien etc.	300 fl.
Zusammen . .	5000 fl.
Wozu für die nothwendigsten Telegraphenverbindungen vorläufig	5000 fl.
Summe .	10.000 fl.

E. Jährliche Kosten der Erhaltung der beantragten hydrographischen Abtheilung für das Etsch-Gebiet in Bozen.

1 Ingenieur als Leiter	1400 fl.
1 Ingenieur-Assistent	1000 fl.
Reisekosten und Diäten	1000 fl.
Kanzlei, Miete und Bedarf	300 fl.
Bücher	100 fl.
1 Zeichner	600 fl.
1 Diener	300 fl.
Druckkosten der Publicationen	2000 fl.
50 Pegelbeobachter à 10 fl.	500 fl.
80 Regenbeobachter à 10 fl.	800 fl.
Summe	8000 fl.

Diese Kosten könnten zur Noth auch bis auf 5000 fl. herabgedrückt werden, doch würde der Wert der Anstalt so sehr darunter leiden, dass eine derartige Reduction nicht empfohlen werden kann.

Bedenkt man, wie viele Millionen in den Wasserbauten des Etsch-Gebietes bereits investiert, wie viele Millionen für weitere Regulierungen an der Etsch und den Seitenflüssen und Wildbächen, sowie für die Erhaltung dieser Bauten in Hinkunft noch verausgabt werden müssen, so erscheint der Betrag von jährlich 8000 fl. als verhältnismässig verschwindend im Vergleiche zu dem hohen Nutzen, der aus der Hebung der wissenschaftlichen Höhe der Hydrologie des Etsch-Gebietes und der Schaffung verlässlicher Grundlagen für die Aufgaben des Wasserbaues und der Wasserwirtschaft überhaupt hervorgeht.

Die grossartigen, technisch und allgemein interessanten Verhältnisse des alpinen Etsch-Gebietes bringen es übrigens mit sich, dass die Augen der gebildeten Welt die hydrotechnischen Maassnahmen im Etsch-Gebiete aufmerksam verfolgen, so dass es auch die Rücksicht für das Ansehen der Staats- und Landesverwaltung nach innen und aussen gebieterisch erfordert, hier eine hydrographische Anstalt zu schaffen, welche den bereits bestehenden ähnlichen Anstalten der Nachbarstaaten und Länder sich würdig zur Seite stellen kann.

Diese Anstalt soll überdies als Musteranstalt für Tirol gelten, und es ist nicht ausgeschlossen, dass sie im Verlaufe der Zeit sich auch über das eigentliche Etsch-Gebiet hinaus wird ausdehnen können, ohne die Kosten wesentlich zu erhöhen.

Beispielsweise könnten in nicht zu ferner Zeit auch die Gebiete der Brenta, des Bacchiglione, des Chiese und der Sarca der hydrographischen Anstalt in Bozen unterstellt werden. Die Zukunft wird dann weiters lehren, in welcher Weise auch für Nordtirol vorgesorgt werden könnte, ob dies durch eine neue Section in Innsbruck, oder auch schon durch die hydrographische Abtheilung in Bozen zu geschehen hätte.

Vorläufig dringlich und unaufschiebbar erscheint jedoch jedenfalls die Schaffung einer „technischen Abtheilung für Hydrographie des Etsch-Gebietes" mit dem Sitze in Bozen, welche Abtheilung der k. k. Statthalterei als Oberbauleitung der Etsch-Regulierung in analoger Weise unterzustellen wäre, wie dies bei den k. k. Bauleitungen der Etsch-Regulierung in Bozen und Trient der Fall ist.

Erwünscht ist noch die Schaffung einer vollkommen getrennten zweiten „Landesanstalt für Klimatologie von Tirol", eine Anstalt, welche vielleicht mit dem Aufwande von 3000 fl. jährlich erhalten werden könnte, und ihren Sitz jedenfalls in der Landeshauptstadt haben müsste. Diese Anstalt allein, das heisst ohne Errichtung der hydrographischen Abtheilung in Bozen hätte jedoch für die Etsch-Regulierung und für die Hydrologie des Etsch-Gebietes nur einen ganz verschwindenden Nutzen und eine untergeordnete Bedeutung.

7. Capitel.

Einige Vorstudien über die Niederschlags- und Abflussverhältnisse des Etsch-Gebietes.

Gelegentlich der Ueberprüfung des Etsch-Regulierungsprojectes mit Rücksicht auf die Fassungsfähigkeit der Durchflussprofile wurden die vorhandenen meteorologischen und hydrographischen Daten, so weit sie erhältlich waren, gesammelt.

Ausserdem wurden auch Zusammenstellungen seitens der k. k. Oberleitung der Etsch-Regulierung gemacht, aus denen die Niederschlags- und Abflussverhältnisse in den vergangenen Decennien und während der einzelnen Hochwasserperioden der Jahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 zu entnehmen sind.

Diese Resultate sind dem gegenwärtigen Gutachten als Beilagen[1] beigegeben und enthalten Folgendes:

Blatt Nr. 1. Eine Regenkarte des Etsch-Gebietes. Dieselbe enthält die Vertheilung der Niederschlagshöhen im Jahresmitel im Zusammenhange mit den Wasserscheiden der einzelnen Flussgebiete.

Blatt Nr. 2 bis 5 enthält die Zusammenstellungen der Pegelstände der Etsch bei Marling, Sigmundskron, Neumarkt, Trient, Calliano und Sacco mit den meteorologischen Begleiterscheinungen, insbesondere dem Niederschlage, der Temperatur und dem Luftdrucke der betreffenden Gebiete.

Neben den maximalen Wasserständen im Jahre seit dem Beginne der Pegelbeobachtungen sind auch die Monatssummen der Niederschläge in den Monaten September und October und das Mittel aus den Niederschlagssummen beider Monate seit dem Beginn der meteorologischen Beobachtungen eingetragen.

Die Monate September und October wurden aus dem Grunde in Vergleich gezogen, weil sie die für die Niederschlagsverhältnisse des Etsch-Gebietes charakteristischen Monate sind. Ueberschwemmungen in anderen Monaten, beispielsweise diejenigen vom Juli 1890 gehören zu den grössten Seltenheiten.

Aus dem klar hervortretenden Parallelismus, der Niederschlags- und Wasserstandshöhen sieht man mit voller Gewissheit, dass nur die im letzten Decennium abnorm gewachsenen Regenmengen die grossen Ueberschwemmungen verursacht haben, ein Umstand, auf welchen bereits zahllose Schriften der ersten Autoritäten der Meteorologie hingewiesen haben (Brückner: Klimaschwankungen seit 1700).

Man ersieht daraus insbesondere, wie unrichtig die mitunter gehörten Vorwürfe Unkundiger sind, dass die Wasserstände sich infolge der Etsch-Regulierung so namhaft gehoben hätten, wobei namentlich die Höhe der Flussohle in steter Hebung begriffen sei und die Dämme parallel damit ins Unbegrenzte gehoben werden müssten. Diese durch nichts begründeten Behauptungen wurden gelegentlich der Revision des Etsch-Regulierungsprojectes im Jahre 1890 glänzend widerlegt, indem durch den Vergleich der jetzigen Flussohle mit den ältesten bekannten Aufnahmen sich zweifellos ergeben hat, dass sich die Flussohle der Etsch nicht nur nicht gehoben, sondern im Gegentheile in der ganzen Strecke, stellenweise bis zu 2 *m*, seit Beginn der Etsch-Regulierung eingetieft hat.

[1] In der Originalmappe befindet sich nebstdem eine Uebersichtskarte der bestehenden meteorologischen und Pegelstationen, sowie der beantragten Ergänzung des meteorologischen Beobachtungsnetzes. Die Ergänzung des Netzes erfolgte in der besprochenen Weise nach dem Verlaufe der Jahresisohyeten. Diese Beilagen sind in dem vorliegenden Werke nur theilweise wiedergegeben.

Blatt Nr. 6 bis 10 enthält Zusammenstellungen der Wasserstände von Sigmundskron, Pfatten, St. Michele, Trient und Calliano in den Hochwasserperioden der Jahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 mit den Regenmengen aller oberhalb jeder Pegelstation gelegenen meteorologischen Beobachtungsstationen.

Aus diesen wichtigen Zusammenstellungen ersieht man den Zusammenhang des Niederschlages mit dem Wasserstand so klar, dass dieselben die Grundlage der Hochwasserprognose bilden können, indem sie schon die summierende Wirkung kleiner und grosser Niederschläge in einzelnen Gebieten zur Anschauung bringen.

Sache der zu gründenden technischen Abtheilung für Hydrographie des Etsch-Gebietes wird es sein, diese begonnenen Studien zu verwerten und nach den in diesem Gutachten enthaltenen Directiven zu ergänzen.

Innsbruck im April 1891.

August Ritt m. p.,
k. k. Oberbaurath und Vorstand des k. k. techn. Statthalterei-Departements.

Alfred R. v. Weber m. p.,
k. k. Baurath, als subst. Bauinspector der Etsch-Regulierung in Tirol.

ANHANG II.

Gesetze und Verordnungen betreffend die Etsch-Regulierung in Tirol.

Nr. 1.

Gesetz vom 16. April 1876,

betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisack-Mündung.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich zu verordnen, wie folgt:

§. 1. Die Regulierung der Etsch vom Einflusse der Passer bis unterhalb der Eisack-Mündung ist ein selbständiger Theil innerhalb des Rahmens der allgemeinen Etsch-Regulierung, wird als Landesangelegenheit erklärt und ist als einheitliches Ganzes durchzuführen.

§. 2. Als Grundlage dieses Regulierungswerkes haben das vom Consortium der Bozen-Meraner Vicinalbahn ausgearbeitete und vom österreichischen Ingenieur- und Architektenverein geprüfte generelle Project, bezw. für die oberste Bausection die bereits vollendeten und commissionell festgestellten Detailpläne zu dienen.

§. 3. Zur Durchführung derselben sind Wassergenossenschaften nach Maassgabe des Gesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. vom Jahr 1870, Nr. 64) zu bilden. Die Oberleitung und Ueberwachung der Regulierungsarbeiten, sowie die Genehmigung jener finanziellen Operationen, welche von den Wassergenossenschaften zur Deckung des Baufondes abgeschlossen werden müssen, steht dem Landesausschusse zu.

§. 4. Die Regulierung hat mit dem Zeitpunkte der Concessionierung der Bozen-Meraner Vicinalbahn zu beginnen.

§. 5. Die Bauarbeiten sind ununterbrochen fortzusetzen, und binnen längstens 10 Jahren, von derem Beginne an gerechnet, zu vollenden.

§. 6. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Meine Minister für Inneres und Ackerbau beauftragt.

Franz Joseph m. p.

Lasser m. p. Mannsfeld m. p.

Nr. 2.

Gesetz vom 23. April 1879,

betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco.

(Enthalten im Reichsgesetzblatt, Stück XXV, Nr. 64, Seite 235, ausgegeben und versendet am 10. Mai 1879.)

Mit Zustimmung beider Häuser des Reichsrathes finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Der Staatsschatz betheiligt sich an den Kosten der nach den bezüglichen Landesgesetzen vom heutigen Tage [1] in Tirol als Landesangelegenheit durchzuführenden Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco unter den nachfolgenden Bedingungen in folgender Weise:

a) zu den auf 1,650.000 fl. veranschlagten Kosten der Regulierung der Etsch-Strecke von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisack-Mündung leistet der Staatsschatz einen unüberschreitbaren Beitrag von 495.000 fl.;

b) zu den auf 1,081.000 fl. veranschlagten Kosten der Regulierung der Etsch-Strecke von Gmund bis Masetto (Eisenbahnbrücke in St. Michele) leistet der Staatsschatz den bereits auf Grund des Finanzgesetzes vom 23. März 1869 (R.-G.-Bl. Nr. 34) der Regulierung dieser Etsch-Strecke gewidmeten, der Regulierungs-Commission ausgefolgten, jedoch nicht zur Verwendung gelangten Beitrag von 350.000 fl. sammt den zugewachsenen Nutzerträgen;

c) zu den auf 2,000.000 fl. veranschlagten Kosten der Regulierung der Etsch-Strecke von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco leistet der Staatsschatz einen unüberschreitbaren Beitrag von 600.000 fl.

§. 2. Die Etsch-Regulierung zwischen der Passer-Mündung und Sacco bildet ein einheitliches in sich zusammenhängendes Ganzes, und müssen die Arbeiten aller Sectionen technisch richtig ineinandergreifen. Insbesondere sollen nicht durch vorzeitige Ausführungen von Regulierungsarbeiten in den stromaufwärts liegenden Flusstheilen die weiter abwärts liegenden Gegenden gefährdet werden.

§. 3. Die Staatsbeiträge werden an einen für jede Theilstrecke zu bildenden besonderen Regulierungsfond geleistet, der ausser aus diesen, aus den mit den im §. 1 genannten Landesgesetzen vom heutigen Tage hiefür gewidmeten Beiträgen des Landes Tirol, dem Erlöse durch Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe, den Beiträgen der Bozen-Meraner Vicinalbahn, bezw. der k. k. priv. Südbahngesellschaft, und den Beiträgen der auf Grundlage des §. 45 des Tiroler Landesgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) ins Leben gerufenen Wassergenossenschaften gebildet wird.

Der für die Strecke Passer-Mündung—Eisack-Mündung zu bildende Regulierungsfond steht unter der Verwaltung des Landes Tirol, welches auch die Durchführung der Regulierung übernimmt, und wird die Einflussnahme der Staatsverwaltung hierauf vor dem Baubeginne durch eine Vollzugsvorschrift geregelt.

Die für die beiden anderen Strecken zu bildenden Regulierungsfonde stehen unter der Verwaltung des Staates, welcher auch die Durchführung der Regulierung der bezüglichen Strecken unter angemessener Einflussnahme des Tiroler Landesausschusses übernimmt.

§. 4. Die Einzahlung der Staatsbeiträge (§. 1 a und c) in die Regulierungsfonde hat während der festgesetzten Bauzeit in gleichen Jahresraten ohne Rücksicht auf die in dem einzelnen Jahre erzielten Baufortschritte zu erfolgen.

Die Verwendung der den Regulierungsfonden aller dreier Strecken zuzuführenden Staatsbeiträge hat jedoch stets im

[1] Landesgesetz- und Verordnungsblatt Nr. 23—26.

gleichen Verhältnisse mit der Verwendung der von Seite des Landes Tirol und der Interessenten zufliessenden Beiträge zu erfolgen, und bleibt somit jede ausschliessliche oder unverhältnismässige Heranziehung der Staatsbeiträge zur Deckung eines Jahreserfordernisses ausgeschlossen.

§. 5. Die behufs Ausführung dieser Etsch-Regulierung sich ergebenden Rechtsgeschäfte und die bezüglichen Eingaben, Verträge und sonstigen Urkunden, insbesondere auch die Rechtsgeschäfte und Urkunden zur Beschaffenheit der Kostenbeiträge des Landes und der Genossenschaften im Wege von Creditoperationen sind von der Gebüren-, bezw. von der Stempelpflicht befreit.

§. 6. Die Zinsen des vom Lande Tirol zur Deckung seines Kostenbeitrages durch Hinausgabe von Theilschuldverschreibungen bis zum Höchstbetrage von Einer Million Gulden aufzunehmenden Anlehens sind von der Entrichtung der Einkommensteuer, sowie von jener Steuer, welche etwa durch künftige Gesetze an deren statt eingeführt werden sollte, und der Couponsstempelgebür befreit.

Diese Theilschuldverschreibungen können zur fruchtbringenden Anlegung von Capitalien der Stiftungen, der unter öffentlicher Aufsicht stehenden Anstalten, dann von Pupillar-, Fideicommiss- und Depositengeldern und zum Börsencourse, jedoch nicht über den Nennwert, zu Dienst- und Geschäftscautionen verwendet werden.

§. 7. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind die Minister des Ackerbaues, des Innern und der Finanzen beauftragt, und tritt dasselbe gleichzeitig mit den bezüglichen Tiroler Landesgesetzen über die Etsch-Regulierung in Wirksamkeit.

Wien, am 23. April 1879.

Franz Joseph m. p.

Stremayr m. p. — Mannsfeld m. p.
Taaffe m. p. — Pretis m. p.

Nr. 3.

Gesetz vom 23. April 1879,

betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Etsch-Regulierung zwischen der Passer-Mündung und Sacco bildet ein einheitliches in sich zusammenhängendes Ganzes.

§. 2. Die Arbeiten werden nach Sectionen getheilt vorgenommen, müssen jedoch unter sich stets im nöthigen Einklange erhalten werden, derart, dass die Arbeiten aller Sectionen technisch richtig ineinander greifen. Insbesondere sollen nicht durch vorzeitige Ausführungen von Regulierungsarbeiten in den stromaufwärts liegenden Flusstheilen die weiter abwärts liegenden Gegenden gefährdet werden.

§. 3. Ueber die Art der Ausführung der Arbeiten in jeder einzelnen Section wird ein abgesondertes Landesgesetz erlassen.

§. 4. Zur Deckung des vom Lande zu leistenden Gesammtbeitrages kann eine Landesanleihe bis zum Höchstbetrage von einer Million Gulden ausgeschrieben werden und können bis zu dieser Höhe auf den Ueberbringer lautende innerhalb 50 Jahren im Wege der Verlosung aus dem Approvisionierungsfonde rückzahlbare zu 5 Percent verzinsliche Theilschuldverschreibungen ausgegeben werden.

§. 5. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind der Ackerbauminister und die Minister des Innern und der Finanzen beauftragt.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. — Pretis m. p. — Mannsfeld m. p.

Nr. 4.

Gesetz vom 23. April 1879,

betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis unterhalb der Eisackmündung.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Regulierung der Etsch-Strecke von der Passermündung bis unterhalb der Eisack-Mündung ist als ein selbstständiger Theil der eine Landesangelegenheit bildenden Gesammtregulierung des Etsch-Flusses zu behandeln und durchzuführen.

§. 2. Als technische Grundlage für diese Regulierung hat das vom k. k. Ackerbauministerium im Jahre 1877 mit einem Kostenvoranschlage von 1,650.000 fl. genehmigte generelle Project zu dienen. Doch können Aenderungen dieses Projectes, soferne sie keine Erhöhung der Gesammtkosten bewirken, vom Landesausschusse im Einverständnisse mit der Staatsverwaltung beschlossen werden.

§. 3. Die Gesammtkosten der Regulierung, einschliesslich der während der Bauzeit (§. 6) auflaufenden Kosten für die Erhaltung der bei Durchführung des Unternehmens ausgeführten Werke, sowie die Regie-Auslagen, sind aus dem hiefür zu bildenden Regulierungsfonde zu bestreiten.

Dieser Regulierungsfond wird gebildet:

1. aus einem Staatsbeitrage in der Höhe von 495.000 fl., welcher vorbehaltlich der verfassungsmässigen Bewilligung geleistet werden wird;

2. aus einem Beitrage des Landes in der Höhe von 330.000 fl.;

3. aus dem von der Bozen-Meraner Vicinalbahn zu leistenden vereinbarten Entgelt für den ihr käuflich in das Eigenthum zu überlassenden linksseitigen Hochwasserdamm in der Höhe von 50 Percent der thatsächlich erlaufenden Baukosten eben dieses Hochwasserdammes;

4. aus der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe.

5. Insofern die in den bisherigen Absätzen (1 bis 4) bezeichneten Beiträge zur Bedeckung des Erfordernisses nicht ausreichen, haben den Restbetrag die in die Wassergenossenschaft einbezogenen Privat-Interessenten nach Maassgabe des §. 66 des Gesetzes vom 28. August 1870 [1] beizuschaffen, mit Ausschluss der im Concurrenzgebiete befindlichen Liegenschaften und Anlagen des Staates und des Landes.

§. 4. Zur Austheilung und Einbringung der im letzten Absatze (§. 3, Zahl 5) erwähnten Beiträge der Privat-Interessenten wird von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse für das ganze Concurrenzgebiet eine gemeinsame Wassergenossenschaft gebildet und werden für dieselbe die entsprechenden Statuten festgesetzt. Die Wahl des Genossenschafts-Ausschusses erfolgt abgesondert nach Gemeinden, im Übrigen ist sich jedoch diesbezüglich nach §§. 55 und 57 des Gesetzes vom 28. August 1870 zu halten.

§. 5. Die im §. 3, Z. 1, 2 und 5, bezeichneten Beiträge sind während der Bauzeit in gleichen Jahresraten in den Regulierungsfond einzuzahlen, ohne Rücksicht auf die Strecke, in welcher im einzelnen Baujahre die Regulierungswerke hergestellt werden. Die Verwendung des dem Regulierungsfonde gemäss §. 3, Zahl 1 und 2, zuzuführenden Staats- und Landesbeitrages hat stets im gleichen Verhältnisse mit der Verwendung der, gemäss §. 3, Zahl 5, zufliessenden Beiträge zu erfolgen und bleibt somit jede ausschliessliche oder unverhältnismässige Heranziehung des ersterwähnten Staats- oder

[1] Landesgesetz- und Verordnungsblatt vom Jahre 1870, Nr. 64.

Landesbeitrages zur Deckung eines Jahreserfordernisses ausgeschlossen.

§. 6. Die Bauzeit soll nicht über sechs Jahre betragen. Ihre Dauer innerhalb dieses Höchstmaasses und der Zeitpunkt ihres Beginnes wird von dem Landesausschusse im Einvernehmen mit der Staatsverwaltung festgestellt.

§. 7. Die Durchführung der Regulierung und die Verwaltung des Regulierungsfondes (§. 3) übernimmt das Land. Ueber die Einflussnahme der Staatsverwaltung und der Interessenten auf die Durchführung der Regulierung in technischer und ökonomischer Beziehung wird eine Vollzugsvorschrift zwischen der Staatsverwaltung und dem Landesausschusse vor dem Baubeginne vereinbart.

§. 8. Bezüglich der Einhaltung der ausgeführten Regulierungsarbeiten nach Abschluss der Bauzeit wird im Wege der Landesgesetzgebung das Nöthige festgestellt werden.

§. 9. Das Landesgesetz vom 16. April 1876 (L.-G.-Bl. Nr. 41) tritt mit Kundmachung des gegenwärtigen Gesetzes ausser Wirksamkeit.

§. 10. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind der Ackerbauminister und der Minister des Innern beauftragt.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Mannsfeld m. p.

Nr. 5.

Gesetz vom 23. April 1879,

betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Regulierung der Etsch-Strecke von Gmund bis Masetto, beziehungsweise von der Gmunder- bis an die St. Micheler Eisenbahnbrücke, ist als ein selbständiger Theil der eine Landesangelegenheit bildenden Gesammtregulierung des Etsch-Flusses zu behandeln und durchzuführen.

§. 2. Als technische Grundlage für diese Regulierung hat das im Detail ausgearbeitete, die Kosten auf 1,081.000 fl. veranschlagende Project vom Jahre 1875 zu dienen; doch können Aenderungen dieses Projectes, sofern sie keine Erhöhung der Gesammtkosten bewirken, von der Staatsverwaltung im Einverständnisse mit dem Landesausschusse beschlossen werden.

§. 3. Die Gesammtkosten der Regulierung, einschliesslich der während der Bauzeit (§. 7) auflaufenden Kosten für die Erhaltung der bei der Durchführung des Unternehmens ausgeführten Werke, sowie der Regie-Auslagen, sind aus dem hiefür zu bildenden Regulierungsfonde zu bestreiten.

Dieser Regulierungsfond wird gebildet:

1. aus dem durch das Finanzgesetz vom 23. März 1869 (R.-G.-Bl. Nr. 34) bewilligten Staatsbeitrage von 350.000 fl. und den hieraus erwachsenen noch vorhandenen Zinsen und Nutzerträgen;

2. aus einem Beitrage des Landes in der Höhe von 216.200 fl.;

3. aus der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe;

4. aus den in den §§. 4 und 5 bezeichneten Beiträgen, welche bis zum Belaufe des durch die bisher erwähnten Beiträge (Z. 1 bis 3) nicht bedeckten Erfordernisrestes einzuheben sind.

§. 4. Die im §. 3, Z. 4, erwähnten Beiträge sind zu leisten:

1. Von der k. k. privilegierten Südbahn-Gesellschaft bezüglich ihrer Liegenschaften und Anlagen, insoweit selbe auf Grundlage des Gesetzes vom 28. August 1870 über Benützung, Leitung und Abwehr der Gewässer[1] hiezu für verpflichtet erkannt oder das Beitragsverhältnis derselben durch Uebereinkommen der Gesellschaft einerseits und der Staatsverwaltung und des Landesausschusses anderseits festgestellt wird.

2. Von den übrigen Besitzern jener Gründe, welche sich in dem im Verwaltungswege festzustellenden Concurrenzgebiete befinden, und zwar, wenn nicht durch Uebereinkommen ein anderer Maasstab festgestellt wird, nach Maassgabe des §. 66 des oben bezogenen Gesetzes vom 28. August 1870, jedoch mit Ausschluss der Liegenschaften und Anlagen des Staates und des Landes. Hiebei sind, ebenfalls im Verwaltungswege, nach Bedürfnis eine oder mehrere Wassergenossenschaften zu bilden (§. 45 des Gesetzes vom 28. August 1870).

§. 5. Insoweit von einem nach §. 3, Z. 2 oder 4, beziehungsweise §. 4, Beitragspflichtigen bereits vorschussweise für die Etsch-Regulierung Beträge an die bisher in Bozen bestandene Etsch-Regulierungs-Commission einbezahlt wurden, sind dieselben und die hierauf zugewachsenen Zinsen als auf Rechnung der sich nach diesem Gesetze ergebenden Beitragsquote des Betreffenden geleistete Zahlungen zu behandeln.

§. 6. Die im §. 3, Z. 2 und 4, bezeichneten Beiträge sind während der Bauzeit in gleichen Jahresraten in den Regulierungsfond einzuzahlen, ohne Rücksicht auf die Strecke in welcher im einzelnen Baujahre die Regulierungswerke hergestellt werden.

Die Verwendung des dem Regulierungsfonde gemäss §. 3, Z. 1, zugeführten Staatsbeitrages hat stets in gleichen Verhältnisse mit der Verwendung der gemäss §. 3, Z. 2 und 4, zufliessenden Beiträge zu erfolgen und bleibt jede ausschliessliche oder unverhältnismässige Heranziehung des Staats- oder Landesbeitrages zur Deckung eines Jahreserfordernisses ausgeschlossen.

§. 7. Die Bauzeit soll nicht über zehn Jahre betragen. Ihre Dauer innerhalb dieses Höchstmaasses und der Zeitpunkt ihres Beginnes wird von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse festgestellt.

§. 8. Die Durchführung der Regulierung und die Verwaltung des Regulierungsfondes (§. 3) übernimmt der Staat. Die Staatsverwaltung wird jedoch in wichtigeren Fällen ihre Beschlüsse im Einvernehmen mit dem Landesausschusse fassen, welcher Vertrauensmänner aus dem Kreise der Interessenten beiziehen kann.

§. 9. Die gegenwärtig mit dem Sitze in Bozen bestehende Etsch-Regulierungs-Commission wird aufgelöst.

Die Modalitäten der Auflösung und der Uebergabe der von der Commission verwalteten Gelder, ebenso eine Vollzugsinstruction für die technische und ökonomische Durchführung der Regulierung und die hiebei stattfindende Antheilnahme des Landesausschusses und der Interessenten werden vor dem Baubeginne zwischen der Staatsverwaltung und dem Landesausschusse vereinbart.

§. 10. Bezüglich der Einhaltung der ausgeführten Regulierungsarbeiten nach Abschluss der Bauzeit wird im Wege der Landesgesetzgebung das Nöthige festgesetzt werden.

§. 11. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind der Ackerbauminister und der Minister des Innern beauftragt.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Mannsfeld m. p.

[1] Landesgesetz- und Verordnungsblatt vom Jahre 1870, Nr. 64.

Nr. 6.

Gesetz vom 23. April 1879,

betreffend die Regulierung des Etsch-Flusses von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Regulierung der Etsch-Strecke von der St. Micheler Eisenbahnbrücke bis Sacco ist als ein selbständiger Theil der eine Landesangelegenheit bildenden Gesammtregulierung des Etsch-Flusses zu behandeln und durchzuführen.

§. 2. Als technische Grundlage für diese Regulierung hat das vom Ministerium im Jahre 1878 einverständlich mit dem Landesausschusse angenommene generelle Project zu dienen, welches die Gesammtkosten auf 2,000.000 fl. veranschlagt; doch können Aenderungen dieses Projectes, sofern sie keine Erhöhung der Gesammtkosten bewirken, von der Staatsverwaltung im Einverständnisse mit dem Landesausschusse beschlossen werden.

§. 3. Die Gesammtkosten der Regulierung, einschliesslich der während der Bauzeit (§. 6) auflaufenden Kosten für die Erhaltung der bei Durchführung des Unternehmens ausgeführten Werke, sowie der Regieauslagen, sind aus dem hiefür zu bildenden Regulierungsfonde zu bestreiten.

Dieser Regulierungsfond wird gebildet:

1. aus einem Staatsbeitrage in der Höhe von 600.000 fl., welcher vorbehaltlich der verfassungsmässigen Bewilligung geleistet werden wird;

2. aus einem Beitrage des Landes in der Höhe von 400.000 fl.;

3. aus der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe;

4. aus den im §. 4 bezeichneten Beiträgen, welche bis zum Belaufe des durch die bisher erwähnten Beiträge (Z. 1 bis 3) nicht bedeckten Erfordernisrestes einzuheben sind.

§. 4. Die im §. 3, Z. 4, erwähnten Beiträge sind zu leisten:

1. von der k. k. privilegierten Südbahngesellschaft bezüglich ihrer Liegenschaften und Anlagen, insoweit selbe auf Grundlage des Gesetzes von 28. August 1870 über Benützung, Leitung und Abwehr der Gewässer [1] hiezu für verpflichtet erkannt oder das Beitragsverhältnis derselben durch Uebereinkommen der Gesellschaft einerseits und der Staatsverwaltung und des Landesausschusses anderseits festgestellt wird:

2. von den übrigen Besitzern jener Gründe, welche sich in dem im Verwaltungswege festzustellenden Concurrenzgebiete befinden, und zwar, wenn nicht durch Uebereinkommen ein anderer Maasstab festgestellt wird, nach Maassgabe des §. 66 des obenbezogenen Gesetzes vom 28. August 1870, jedoch mit Ausschluss der Liegenschaften und Anlagen des Staates und des Landes. Hiebei sind nach Bedürfnis ebenfalls im Verwaltungswege eine oder mehrere Wassergenossenschaften zu bilden (§. 45 des Gesetzes vom 28. August 1870).

§. 5. Die im §. 3, Zahl 1, 2 und 4 bezeichneten Beiträge sind während der Bauzeit in Jahresquoten, nach Maassgabe des Baufortschrittes, in den Regulierungsfond einzuzahlen, ohne Rücksicht auf die Strecke, in welcher im einzelnen Baujahre die Regulierungswerke hergestellt werden.

Die Verwendung aus dem Regulierungsfonde gemäss §. 3, Zahl 1 und 2 zuzuführenden Staats- und Landesbeitrages hat stets in gleichem Verhältnisse mit der Verwendung der gemäss §. 3, Zahl 4 zufliessenden Beiträge zu erfolgen und bleibt somit jede ausschliessliche oder unverhältnismässige Heranziehung der ersterwähnten Beiträge zur Deckung eines Jahreserfordernisses ausgeschlossen.

§. 6. Die Gesammtbauzeit soll nicht über zwanzig Jahre betragen. Ihre Dauer innerhalb dieses Höchstmaasses und der Zeitpunkt ihres Beginnes wird von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse festgesetzt.

§. 7. Die Durchführung der Regulierung und die Verwaltung des Regulierungsfondes (§. 3) übernimmt der Staat.

Ueber die Einflussnahme des Landesausschusses und der Interessenten auf die Durchführung der Regulierung in technischer und ökonomischer Beziehung wird eine Vollzugsvorschrift zwischen der Staatsverwaltung und dem Landesausschusse vor dem Baubeginne vereinbart.

§. 8. Die gegenwärtig mit dem Sitze in Trient bestehende Etsch-Regulierungs-Commission wird aufgelöst.

§. 9. Bezüglich der Einhaltung der ausgeführten Regulierungsarbeiten nach Abschluss der Bauzeit wird im Wege der Landesgesetzgebung das Nöthige festgesetzt werden.

§. 10. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind der Ackerbauminister und der Minister des Innern beauftragt.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Mannsfeld m. p.

Nr. 7.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 25. October 1879

(Z. 2536 Präs.),

betreffend die Vollzugsvorschriften zur Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco.

In Vollziehung der Landesgesetze vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26) werden nach Vereinbarung mit dem tirolischen Landesausschusse und mit Genehmigung des k. k. Ackerbauministeriums und des k. k. Ministeriums des Innern über die Durchführung der Regulierung der Etsch, und zwar:

a) der Strecke von der Passer- bis unterhalb der Eisack-Mündung,

b) der Strecke von Gmund bis Masetto, beziehungsweise von der Gmunder bis an die St. Micheler Eisenbahnbrücke, und

c) der Strecke von der Eisenbahnbrücke in St. Michel bis Sacco,

sowie über die Einflussnahme der Staatsverwaltung, des Landesausschusses und der Interessenten auf diese Regulierung folgende Vollzugsvorschriften erlassen (§. 7 des Landesgesetzes vom 23. April 1879 [L.-G.-Bl. Nr. 24], §. 9 des Landesgesetzes vom gleichen Tage [L.-G.-Bl. Nr. 25] und §. 7 des Landesgesetzes vom gleichen Tage [L.-G.-Bl. Nr. 26]).

A. Vollzugsvorschrift

über die Durchführung der Etsch-Regulierung von der Passer bis unterhalb der Eisack-Mündung.

§. 1. Die Ausführung der Etsch-Regulierungsbauten von der Passer- bis unterhalb der Eisack-Mündung ist eine Landesangelegenheit, und erfolgt unter Einflussnahme der Staatsverwaltung und der Interessenten unter Oberleitung des Landesausschusses (§. 7 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24).

§. 2. Die gegenständliche Regulierung bezieht sich auf die Etsch-Section von der Passer- bis 650 *m* unterhalb der Eisack-Mündung, und zwar vom Endpunkte des dortigen Separationswerkes gemessen.

Als technische Grundlage der Regulierung hat das vom k. k. Ackerbauministerium im Jahre 1877 genehmigte Generalproject zu gelten.

[1] Landesgesetz- und Verordnungsblatt vom Jahre 1870, Nr. 64.

Bei dessen Ausführung ist sowohl den Verhältnissen, welche sich seither geändert haben sollten, nach Maassgabe ihrer neuerlichen Gestaltung angemessen Rechnung zu tragen, als auch ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass nicht durch die jeweiligen Arbeiten weiter abwärts liegende Gegenden gefährdet werden. (§. 2 des Reichsgesetzes vom 23. April 1879, R.-G.-Bl. Nr. 64 und L.-G.-Bl. Nr. 22, und §. 2 des Landesgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23).

Innerhalb des oberwähnten Generalprojectes umfasst die Regulierung nachstehend bezeichnete Arbeiten:

1. Die Ausführung, und bis zum Abschluss der Bauzeit auch die Einhaltung aller Bauten, welche zur Erzielung eines regelrechten Flusslaufes, Festhaltung der Ufer und Hintanhaltung von Ueberschwemmungen nothwendig fallen;

2. die regelrechte Einleitung und Unschädlichmachung der Nebenbäche, insoweit sich diese Unschädlichmachung auf die Schaffung von Ablagerungsplätzen für dieselben bezieht, und diese Arbeiten zum Zwecke der Etsch-Regulierung nothwendig sind;

3. die Anlage von Schleussen zum Zwecke der Be- und Entwässerung;

4. die Correctur, die Ergänzung und Vervollständigung der bestehenden, und Anlage der nothwendigen Hauptabzugsgräben, u. zw. an den Mündungen derselben;

5. die Ausführung der zur Verlandung erforderlichen Anlagen.

Die Einhaltung der dem Consortium der Bozen-Meraner Eisenbahn successive übergebenen Strecken des linksseitigen Hochwasserdammes fällt diesem Eisenbahnconsortium zu.

Alle diese Bau-Ausführungen haben unter möglichster Benützung der schon bestehenden Wasserbauten und Abzugsgräben zu erfolgen.

§. 3. Die Bauzeit ist auf sechs Jahre, und zwar 1879 bis 1885 bestimmt.

Der nähere Zeitpunkt des Beginnes der Regulierung wird von der Statthalterei öffentlich kundgemacht werden. (§. 6 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24.)

Von diesem Zeitpunkte an ist jede der Regulierung der Etsch und ihrer Ufer zuwiderlaufende Privatbauführung untersagt.

§. 4. Die Kosten dieser Flussregulierung, einschliesslich aller im §. 2 angeführten Nebenbauten, der Einhaltung derselben auf die Dauer der Bauzeit, sofern dieselbe nicht dem Eisenbahn-Consortium obliegt, alle Kanzlei- und Commissionsauslagen, die Regie-Auslagen, dann die Kosten des Genossenschafts-Ausschusses und der Grundentschädigung bilden das Bau-Erfordernis, und sollen den Gesammtbetrag von 1,650.000 fl. nicht überschreiten.

Diese Bausumme wird aus dem nach §. 3 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24) gebildeten Regulierungsfond bestritten.

Die Verwaltung dieses Fondes, die Geldanweisungen und Zahlungen aus demselben erfolgen durch den Landesausschuss.

§. 5. Im Sinne des §. 4 des Reichsgesetzes vom 23. April 1879 (R.-G.-Bl. Nr. 64 und L.-G.-Bl. Nr. 22) und des §. 5 des Landesgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24) ist der Beitrag des Staates in der Höhe von 495.000 fl. und jener des Landes in der Höhe von 330.000 fl. in gleichen Jahresraten von 82.500 fl., beziehungsweise von 55.000 fl. in den Jahren 1879 bis 1885 zu leisten.

Diese Jahresraten werden im Jahre 1879 in einem noch festzustellenden Zeitpunkte, in den Jahren 1880 bis 1885 je zur Hälfte am 1. Jänner und am 1. Juli an den Regulierungsfond abgeführt werden, vorausgesetzt, dass die in obigen Gesetzesstellen vorgesehene gleichmässige Verwendung der Genossenschaftsbeiträge nachgewiesen erscheint.

§. 6. Gemäss §. 3 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24) hat das Consortium der Bozen-Meraner Vicinalbahn den linksseitigen Etsch-Damm dieser Regulierungs-Strecke gegen ein Entgelt von 50 Perc. der thatsächlich erlaufenen Baukosten in das Eigenthum zu übernehmen.

Bei der wegen der Ueberlassung des linksseitigen Dammes zu Bahnzwecken mit dem Consortium der Bozen-Meraner Vicinalbahn vom Landesausschusse im Einvernehmen mit der Statthalterei zu treffenden Vereinbarung wird die Feststellung der Zahlungs-Modalitäten erfolgen, und zugleich dafür Vorsorge getroffen, dass wegen jener Dammherstellung und Dammüberlassung nicht Verhältnisse geschaffen werden, welche die Durchführung und Erhaltung des Regulierungswerkes erschweren und vertheuern, oder dass nicht seinerzeit die Landesgesetzgebung in der im §. 8 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24) fürgedachten Feststellung bezüglich der künftigen Einhaltung der ausgeführten Regulierungsarbeiten durch die nothwendige Rücksichtnahme auf solche Verhältnisse beschränkt werde.

§. 7. Der Beitrag der Genossenschaft für das Jahr 1879 ist in einem noch festzustellenden Zeitpunkte, während der übrigen Bauzeit, d. i. 1880 incl. 1885 jährlich in derselben Höhe nach §. 5 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24) und in zwei gleichen Raten am 1. Juni und 1. December an den Landesausschuss ohne Verzögerung abzuführen.

Dieser Jahresbeitrag der Genossen kann durch Umlage nach dem zu verfassenden Concurrenzcataster, und theilweise auch durch Creditoperationen gedeckt werden.

§. 8. Die Regelung der Concurrenzbeiträge hat nach den Bestimmungen des §. 66 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) zu erfolgen.

Bei der Concurrenzausmittlung ist auf den Umstand Rücksicht zu nehmen, ob und in welchem Maasse die gegenwärtigen Uferversicherungen der Regulierung zugute kommen, und welchen dauernden Schutz sie gegenwärtig gewähren.

§. 9. Zur Festsetzung des Concurrenzmaasstabes wird eine Commission zusammengesetzt, bestehend:

a) aus dem Specialcommissär (§ 12) als Leiter;
b) aus zwei von der Statthalterei und dem Landesausschusse zu bestimmenden Ingenieuren;
c) aus drei Sachverständigen, wovon zwei vom Genossenschaftsausschusse, und einer vom Landesausschusse ernannt werden;
d) aus dem für die betreffende Gemeinde gewählten Ausschusse und Ersatzmanne.

Für den Fall der Weigerung der letzteren, an der Verhandlung theilzunehmen, bestimmt der Genossenschaftsausschuss aus seiner Mitte für die betreffende Gemeinde zwei andere Mitglieder.

§. 10. Ueber die Concurrenzausmittlung sind ordentliche Cataster und Pläne zu verfassen, und während der Bau-Ausführung unter der Aufsicht des Specialcommissärs in Evidenz zu halten.

§. 11. Die Umlagen werden von dem Genossenschaftsausschusse eingebracht und an den Landesausschuss abgeführt.

Die rückständigen Beiträge der Genossen werden im politischen Executionswege nach den Anordnungen des § 68 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 eingebracht.

§. 12. Für die Verhandlungen, welche in die politische Administration fallen, wird von der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse ein Specialcommissär bestimmt, welcher als Organ der gesetzmässig competenten

politischen Behörde fungiert (§. 76 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom Jahre 1870).

§. 13. Dem Specialcommissär, als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde, fallen auch alle Verhandlungen und Entscheidungen über alle während der Regulierung von Privaten in dieser Flusstrecke zu bewerkstelligenden Wasserwerke zu, ebenso die Verhandlungen und Entscheidungen in Flossfahrtangelegenheiten dieser Strecke.

Bei allen diesen Verhandlungen hat der Specialcommissär vor der zu fällenden Entscheidung das Gutachten des Bauleiters einzuholen.

Die Verhandlungen und Entscheidungen in Wasser- und Triftenangelegenheiten an den in diese Flussection mündenden Nebenbächen und Gräben bleiben in der Competenz der Bezirkshauptmannschaften Bozen und beziehungsweise Meran, aber diese sind verbunden, vor Fällung der Entscheidung das Gutachten des Bauleiters dieser Flussection einzuholen.

Die Diäten und Reisegebüren des Specialcommissärs werden aus dem Regulierungsfonde bestritten.

§. 14. Die Besorgung der technischen und der technisch-administrativen Geschäfte wird vom Landesausschusse im Einvernehmen mit der Statthalterei dem k. k. Bezirksingenieur in Bozen als Bauleiter übertragen, dem das nothwendige technische Hilfspersonale, u. zw. zur Hälfte von der Statthalterei, und zur anderen Hälfte vom Landesausschusse beigegeben wird.

Wenigstens einer der ihm beigegebenen Techniker muss aus dem Stande der Staats- oder Landesbaubeamten genommen werden.

Das nothwendige empirische Aufsichtspersonale stellt unter Genehmigung des Landesausschusses der Bauleiter an.

Das für den Specialcommissär und den Bauleiter gemeinschaftliche Kanzleimanipulations-Personale bestellt der Landesausschuss über Antrag derselben auf Kosten des Regulierungsfondes.

Die Diäten und Reisegebüren des Bauleiters, sowie die für denselben zu bestimmenden Remunerationen für seine Mühewaltung, dann die Gebüren, Gehalte und Activitätszulagen des ihm beigegebenen technischen, und die Löhnungen des empirischen Personales, sowie die sämmtlichen Kosten der Bauleitung werden aus dem Regulierungsfonde bestritten.

§. 15. Der Bauleiter, welchem hauptsächlich die Sorge für die correcte und ökonomische Ausführung der Regulierungswerke obliegt, verkehrt unmittelbar mit dem Landesausschusse, hält denselben durch periodische Berichte in fortlaufender genauer Kenntnis vom Fortschritte der Regulierungsarbeiten, und erstattet bei allen ausserordentlichen Vorfällen die sogleiche Anzeige an denselben.

§. 16. Im Herbste jeden Jahres tritt eine technische Commission zusammen, bestehend:

a) aus je einem Techniker des Strassen- und Wasserbaudepartements des Ministeriums des Innern, der Statthalterei und des Landesausschusses;
b) aus dem Bauleiter;
c) aus zwei Deputierten der Genossenschaft;
d) aus einem Vertreter des Eisenbahn-Consortiums auf dessen Kosten.

Von diesen Commissionsmitgliedern haben aber bloss die unter a) angeführten beschliessende Stimme.

Diese Commission bestimmt protokollarisch an Ort und Stelle jenen Theil des allgemeinen Regulierungsprojectes und jene Arbeiten, die im nächstfolgenden Jahre zur Ausführung gelangen sollen.

Der Bauleiter hat auf Grund umsichtiger Beobachtungen der obwaltenden Verhältnisse, und genauer Detailerhebungen, und unter möglichster Benützung der bestehenden Uferwerke seine diesfälligen Operate, nämlich die Theilprojecte über die vorzunehmenden Bau-Ausführungen vorher auszuarbeiten und der vorbestimmten Commission vorzulegen.

Diese prüft dieselben an Ort und Stelle, acceptiert oder modificiert sie; im letzteren Falle werden die Theilprojecte nach den Anordnungen der Commission von dem Bauleiter umgearbeitet.

Die Kosten dieser Commission fallen dem Regulierungsfonde zur Last.

§. 17. Das Protokoll dieser Commissionsverhandlung wird dem Landesausschusse zur Kenntnisnahme vorgelegt, wenn die technischen Vertreter des Ministeriums, der Statthalterei und des Landesausschusses bezüglich der auszuführenden Bauten sich einigten.

Ist das aber nicht der Fall, so wird das Verhandlungsprotokoll sammt den Theilprojecten vom Landesausschusse dem k. k. Ackerbauministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

§. 18. Die Anberaumung des Tages der im §. 16 bestimmten Commission wird über den diesfälligen Bericht des Bauleiters vom Landesausschusse veranlasst.

§. 19. Die Commission besichtigt und prüft im allgemeinen auch gleichzeitig die bis dahin ausgeführten Bauten und bezeichnet dem Bauleiter jene Arbeiten des zweitnächsten Jahres, in Betreff deren er für die nächste zusammentretende Commission die Theilprojecte vorzubereiten haben wird.

Die Collaudierung der ausgeführten Bauten im Detail nach den bestehenden allgemeinen Normen ist von einem der im §. 16 unter a) bezeichneten Techniker durchzuführen.

§. 20. Die Ausführung der Regulierungsarbeiten erfolgt in der Regel im Wege der öffentlichen Concurrenz. Die jährlichen Bauanträge sind derart zu stellen, dass einerseits die einzelnen Theile möglichst für sich bestehende und abgeschlossene Objecte bilden, und andererseits die Betheiligung an dieser Concurrenz nicht beschränkt werde.

Jedoch können über Antrag und Begründung des Bauleiters unter Genehmigung des Landesausschusses im Einvernehmen mit der Statthalterei Ausnahmen hievon stattfinden.

Die aus Ursache von Elementarfällen zur Verhütung von Schäden nothwendigen Vorkehrungen kann der Bauleiter durch einen Uebernehmer oder im Wege der eigenen Regie sogleich ausführen lassen, muss aber gleichzeitig die Anzeige an den Landesausschuss hievon erstatten.

§. 21. Die zu obigem Zwecke abzuhaltende Offertverhandlung wird jedes Jahr für die zur Ausführung bestimmten Bauten abgehalten, und es bilden die Bauten eines jeden Jahres eine Bauperiode derart, dass wenn infolge eingetretener Verhältnisse die Bauten eines Jahres in demselben Jahre nicht vollendet werden können, sie im nächstfolgenden Jahre fortzuführen und zu vollenden sind. In der Regel aber sollen die für ein Jahr bestimmten Bauten auch in demselben Jahre vollendet werden.

§. 22. Der Bauleiter verfasst zum Zwecke der Offertverhandlung die Bau- und Versteigerungsbedingnisse und die Baubeschreibung, legt dieselben dem Landesausschusse zur Genehmigung im Einvernehmen mit der Statthalterei vor; er bestimmt die Offertverhandlung, eröffnet commissionell die eingelaufenen Offerte und unterbreitet den diesfälligen Antrag dem Landesausschusse zur Beschlussfassung im Einvernehmen mit der Statthalterei.

Auf Grund dieser Beschlussfassung schliesst der Bauleiter die Bauverträge ab, und legt dieselben dem Landesausschusse zur Ratification vor.

Der Bauleiter stellt auf Grund der ausgeführten Arbeiten und des Bauvertrages zur Anweisung der Ratenzahlungen durch

den Landesausschuss unter persönlicher Haftung und Verantwortlichkeit die Ausführungscertificate aus.

§. 23. Der Bauleiter beaufsichtigt und inspiciert selbst, sowie auch durch sein technisches Hilfspersonale und durch die empirischen Aufseher die in der Ausführung begriffenen Bauten, führt durch das technische Personale die Baujournale und durch das Manipulationspersonale die Vormerkungen für jedes Bauobject besonders, und für den ganzen Bau im allgemeinen. Er vertheilt diese und alle sonstigen Arbeiten unter das ihm beigegebene Personale, überwacht dasselbe in der Ausführung seines Dienstes, und ist für alle diese Dienstesverrichtungen verantwortlich.

§. 24. Der Bauleiter hat dafür zu sorgen, dass durch das ihm beigegebene technische Personale vollkommen richtige Situations- und Niveaupläne für das ganze Concurrenzgebiet dieser Regulierungs-Section verfasst, und in denselben die durch die Regulierung hervorgerufenen Veränderungen in Evidenz gehalten werden.

Der Bauleiter hat Vorsorge zu treffen, dass die Wasserstände der in dieser Etsch-Regulierungs-Section aufgestellten Pegel von verlässlichen Individuen täglich vorgemerkt werden. Von den hierüber verfassten Wasserstandstabellen ist während der Bau-Ausführung nach Ende jeden Semesters ein Pare der Statthalterei vorzulegen.

§. 25. Nach erfolgter Festsetzung eines Theilprojectes erkennt die competente politische Behörde auf Ersuchen des Landesausschusses im Sinne des §. 86 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes über die Nothwendigkeit und das Maass der Dienstbarkeit oder Grundabtretungen, welche fremde Grundstücke, fremde Materialien u. s. w. zu Zwecken der Regulierung nöthig sind, welche Servituten auf dem Uferlande zum Schutze der Regulierungsarbeiten, und für welche Zeitdauer nothwendig sind.

§. 26. Die bleibende Erwerbung und die zeitweise Benützung von Grund und Boden zur Ausführung der Arbeiten, der Durchstiche, zu Uferscarpen, Anlagen der Dämme, für Wege, Abladungsplätze und Materialerzeugungsorte u. s. w., sowie die Gewinnung von Materialien jeder Art wird nach den einschlägigen Bestimmungen des tirolischen Wasserrechtsgesetzes stattfinden.

Ueber den Betrag der allfällig zu leistenden Entschädigungen wird vor allem mit dem Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter durch den Bauleiter unter Intervention eines Vertreters des Genossenschaftsausschusses ein gütliches Uebereinkommen anzustreben sein.

Ein solches gütliches Uebereinkommen bedarf der Genehmigung des Landesausschusses.

Die Entschädigung, welche aus dem Regulierungsfonde im Enteignungsfalle dem Eigenthümer geleistet wird, besteht in der Entrichtung des gemeinen Wertes der Sache, u. zw. bei Gegenständen, welche bleibend erworben werden, des Capitalwertes, bei solchen die nur vorübergehend gebraucht werden, des entsprechenden Jahresnutzens, u. zw. für die Dauer des Gebrauches und nach Maassgabe der Wertherabminderung.

Der Betrag der Entschädigung ist, wenn darüber unter den Betheiligten ein Einverständnis nicht erzielt wird, im Verwaltungswege zu ermitteln und auszusprechen, und wenn die Betheiligten sich dabei nicht beruhigen, durch gerichtlichen Befund mit Zuziehung beider Theile nach den Grundsätzen des Expropriationsverfahrens zu bestimmen.

Bei Ermittlung der Entschädigung im Verwaltungswege ist die Schätzung von dem k. k. Specialcommissär als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde mit Zuziehung zweier von ihm zu ernennenden und zu beeidenden Schätzleuten, welche bei der Sache unbetheiligt sind und weder der Gemeinde, in welcher das abzuschätzende Grundstück liegt, noch einer benachbarten betheiligten Gemeinde angehören, vorzunehmen.

Zu dieser Verhandlung sind die Betheiligten beizuziehen.

Der ermittelte Entschädigungsbetrag wird an den Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter bezahlt, wenn aber die Annahme verweigert wird, oder sonst ein Hindernis besteht, zu Gerichtshanden deponiert.

Durch Erlag des im Verwaltungswege ermittelten Entschädigungsbetrages können die betreffenden Realitäten, unbeschadet der gerichtlichen Schätzung, in Besitz genommen werden.

§. 27. Die durch Verträge, Expropriationen und im Sinne des tirolischen Wasserrechtsgesetzes durch die Flussregulierung gewonnenen Gründe, sofern kein anderweitiges Eigenthumsrecht darauf besteht, sind zu vermarken, und durch bücherliche Vormerkungen in Evidenz zu halten. Die bezüglichen Urkunden sind den Verfachbüchern einzuverleiben.

§. 28. Der Landesausschuss als leitende und verwaltende Behörde ist berechtigt, auf Grundlage der von dem Bauleiter ausgestellten Ausführungscertificate und der gepflogenen Collaudierungen nach erfolgter Revision die liquidierten Verdienstbeträge und bedungenen Abschlagszahlungen anzuweisen, für Ausführungen im Wege der Regie Geldvorschüsse an den Bauleiter zu bewilligen, und die diesbezüglichen Rechnungen zur Auszahlung anzuweisen, sowie die Regiekosten gegen Verrechnung, die Manipulationskosten von Fall zu Fall, endlich die liquidierten Grundeinlösungs- und sonstigen Entschädigungskosten, sowie die ergangenen Commissionskosten flüssig zu machen.

§. 29. Der Landesausschuss führt durch sein Buchhaltungspersonale die Verbuchung für den Fond dieser Regulierung, und hat am Schlusse eines jeden Jahres der Statthalterei einen Rechnungsabschluss über die bewirkten Auslagen und die mit Schluss des Jahres aushaftenden Activ- und Passivreste zu übergeben, auf Verlangen die Einsicht in die Detailrechnungen zu gestatten. Von diesem Rechnungsabschlusse hat der Landesausschuss eine Abschrift dem Bauleiter, und eine dem Genossenschaftsausschusse zustellen zu lassen.

Werden innerhalb zweier Monate weder von der Statthalterei, noch von der Genossenschaft Bemänglungen eingebracht, so wird die Rechnung als genehmigt angesehen.

Bemänglungen, welche erhoben werden, wird der Landesausschuss durch Darlegung des Sachverhaltes und der Gründe zu beheben suchen; gelingt dieses nicht, so wird der Gegenstand dem k. k. Ackerbauministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

B. Vollzugsvorschrift über die Durchführung der Etsch-Regulierung von Gmund bis Masetto.

§. 1. Die Ausführung der Etsch-Regulierungsbauten zwischen der Gmunder- und der St. Micheler Eisenbahnbrücke ist eine Landesangelegenheit, und erfolgt unter Einflussnahme des Landesausschusses und der Interessenten unter Oberleitung der Staatsverwaltung. (§. 8 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. 25).

§. 2. Die gegenständliche Regulierung bezieht sich auf die Etsch-Section von der Gmunder- bis an die St. Micheler Eisenbahnbrücke.

Als technische Grundlage der Regulierung hat das im Detail ausgearbeitete, die Kosten auf 1,081.000 fl. veranschlagende Project vom Jahre 1875 zu dienen.

Bei dessen Ausführung ist sowohl den Verhältnissen, welche sich seither geändert haben sollten, nach Maassgabe ihrer neuerlichen Gestaltung angemessen Rechnung zu tragen, als auch ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass nicht durch die jeweiligen Arbeiten weiter abwärts liegende Gegenden gefährdet werden. (§. 2 des Reichsgesetzes vom 23. April 1879, R.-G.-Bl. Nr. 64 und L.-G.-Bl. Nr. 22, und §. 2 des Landesgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23).

Innerhalb des oberwähnten Projectes umfasst die Regulierung nachstehend bezeichnete Arbeiten:

1. die Ausführung, und bis zum Abschluss der Bauzeit auch die Einhaltung aller Bauten, welche zur Erzielung eines regelrechten Flusslaufes, Festhaltung der Ufer und Hintanhaltung von Ueberschwemmungen nothwendig fallen;

2. die regelrechte Einleitung und Unschädlichmachung der Nebenbäche, insoweit sich diese Unschädlichmachung auf die Schaffung von Ablagerungsplätzen für dieselben beziehet, und diese Arbeiten zum Zwecke der Etsch-Regulierung nothwendig sind;

3. die Anlage von Schleussen zum Zwecke der Be- und Entwässerung;

4. die Correctur, die Ergänzung und Vervollständigung der bestehenden, und Anlage der nothwendigsten Hauptabzugsgräben;

5. die Ausführung der zur Verlandung erforderlichen Anlagen.

Alle diese Bau-Ausführungen haben unter möglichster Benützung der schon bestehenden Wasserbauten und Abzugsgräben zu erfolgen.

§. 3. Die Bauzeit ist auf zehn Jahre und zwar 1879—1888 bestimmt.

Der nähere Zeitpunkt des Beginnes der Regulierung wird von der Statthalterei öffentlich kundgemacht werden. (§. 7 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25).

Von diesem Zeitpunkte an ist jede der Regulierung der Etsch und ihrer Ufer zuwiderlaufende Privatbauführung untersagt.

§. 4. Die Kosten dieser Flussregulierung, einschliesslich aller im §. 2 angeführten Nebenbauten, der Einhaltung derselben auf die Dauer der Bauzeit, alle Kanzlei- und Commissionsauslagen, die Regie-Auslagen, dann die Kosten des Genossenschaftsausschusses und der Grundentschädigung bilden das Bau-Erfordernis, und sollen den Gesammtbetrag von 1,081.000 fl. nicht überschreiten.

Diese Bausumme wird aus dem nach §. 3 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) gebildeten Regulierungsfonde bestritten.

Die Verwaltung dieses Fondes, die Geldanweisungen und Zahlungen aus demselben erfolgen durch die Statthalterei.

§. 5. Laut §. 1 des Reichsgesetzes vom 23. April 1879 (R.-G.-Bl. Nr. 64 und L.-G.-Bl. Nr. 22) und laut des §. 6 des Landesgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) kann der gemäss des Finanzgesetzes vom 23. März 1869 (R.-G.-Bl. Nr. 34) gewidmete Staatsbeitrag von 350.000 fl. sammt den seither zugewachsenen Nutzerträgen in zehn gleichen Jahresraten zur Verwendung kommen.

Nach erfolgter Rechnungslegung über die vorhandene Summe der bisher von der Etsch-Regulierungs-Commission verwalteten Staatsgelder wird der Betrag, welcher aus obigen Geldern jährlich zur Verwendung zu kommen hätte, sowie der Zeitpunkt, wenn die für das Jahr 1879 entfallende Quote verfügbar wird, von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse festgestellt.

In den Jahren 1880 incl. 1888 wird die Staatsbeitragsquote in zwei gleichen Raten am 1. Jänner und 1. Juli von der Staatsverwaltung zur Verfügung gestellt werden.

Der Beitrag des Landes in der Höhe von 216.200 fl. ist in gleichen Jahresraten von 21.620 fl. in den Jahren 1879 bis 1888 an den Regulierungsfond zu leisten und zwar an die k. k. Finanz-Landescassa abzuführen.

Diese Jahresraten werden im Jahre 1879 in einem zwischen der Statthalterei und dem Landesausschusse noch festzustellenden Zeitpunkte, in den Jahren 1880—1888 je zur Hälfte am 1. Jänner und 1. Juli an den Regulierungsfond abgeführt werden.

Die vorangeführten Beiträge des Staates und des Landes gelangen stets im gleichen Verhältnisse, wie die Beiträge der Interessenten, eventuell der k. k. priv. Südbahngesellschaft zur Verwendung. (§. 6 des Landesgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25).

§. 6. Der Beitrag der Interessenten, eventuell der k. k. priv. Südbahngesellschaft für das Jahr 1879 ist in einem noch festzustellenden Zeitpunkte, während der übrigen Bauzeit, d. i. 1880 incl. 1888 jährlich in derselben Höhe nach §. 6 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) und in zwei gleichen Raten am 1. Juni und 1. December an den Regulierungsfond ohne Verzögerung abzuführen, und zwar an die k. k. Finanz-Landescassa einzuzahlen.

Dieser Jahresbeitrag der Genossen kann durch Umlage nach dem Concurrenzcataster, und theilweise auch durch Creditoperationen gedeckt werden.

§. 7. Die vom Lande, von der k. k. priv. Südbahngesellschaft und den Interessenten bereits geleisteten Vorschüsse sind sammt den zugewachsenen Zinsen gemäss §. 5 des Landesgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) als auf Rechnung der sich ergebenden Beitragsquote des Betreffenden geleistete Zahlungen zu behandeln.

§. 8. Die Regelung der Concurrenzbeiträge hat nach den Bestimmungen des §. 66 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) unter Benützung der diesfälligen Resultate der bisherigen Concurrenzverhandlungen zu erfolgen. (§. 4 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25).

§. 9. Ueber die Concurrenzausmittlung sind die vorhandenen Cataster und Pläne während der Bau-Ausführung unter der Aufsicht des Specialcommissärs in Evidenz zu halten.

§. 10. Die Umlagen werden von dem Genossenschaftsausschusse eingebracht und an den Regulierungsfond abgeführt, und zwar an die k. k. Finanz-Landescassa eingezahlt.

Die rückständigen Beiträge der Genossen werden im politischen Executionswege nach den Anordnungen des §. 68 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 eingebracht.

§. 11. Für die Verhandlungen, welche in die politische Administration fallen, wird von der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse ein Specialcommissär bestimmt, welcher als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde fungiert (§. 76 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom Jahre 1870).

§. 12. Dem Specialcommissär, als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde, fallen auch alle Verhandlungen und Entscheidungen über alle während der Regulierung von Privaten in dieser Flusstrecke zu bewerkstelligenden Wasserwerke zu, ebenso die Verhandlungen und Entscheidungen in Floss- und Schiffahrtsangelegenheiten dieser Strecke.

Bei allen diesen Verhandlungen hat der Specialcommissär vor der zu fällenden Entscheidung das Gutachten des Bauleiters einzuholen.

Die Verhandlungen und Entscheidungen in Wasser- und Triftangelegenheiten an den in diese Flussection mündenden Nebenbächen und Gräben bleiben in der Competenz der Bezirks-

hauptmannschaften Bozen und bezw. Trient, aber diese sind verbunden, vor Fällung der Entscheidung das Gutachten des Bauleiters dieser Flussection einzuholen.

Die Diäten und Reisegebüren des Specialcommissärs werden aus dem Regulierungsfonde bestritten.

§. 13. Die Besorgung der technischen und der technisch-administrativen Geschäfte wird von der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse dem k. k. Bezirks-Ingenieur in Bozen als Bauleiter übertragen, dem das nothwendige technische Hilfspersonale, und zwar zur Hälfte von per Statthalterei, und zur anderen Hälfte vom Landesausschusse beigegeben wird.

Wenigstens einer der ihm beigegebenen Techniker muss aus dem Stande der Staats- oder Landesbaubeamten genommen werden.

Das nothwendige empirische Aufsichtspersonale stellt unter Genehmigung der Statthalterei der Bauleiter an.

Das für den Specialcommissär und den Bauleiter gemeinschaftliche Kanzlei-Manipulationspersonale bestellt die Statthalterei über Antrag dieser Functionäre auf Kosten des Regulierungsfondes.

Die Diäten und Reisegebüren des Bauleiters, sowie die für denselben zu bestimmende Remuneration für seine Mühewaltung, dann die Gebüren, Gehalte und Activitätszulagen des ihm beigegebenen technischen, und die Löhnungen des empirischen Personales, sowie die sämmtlichen Kosten der Bauleitung werden aus dem Regulierungsfonde bestritten.

§. 14. Der Bauleiter, welchem hauptsächlich die Sorge für die correcte und ökonomische Ausführung der Regulierungswerke obliegt, verkehrt unmittelbar mit der Statthalterei, hält dieselbe durch periodische Berichte in fortlaufender genauer Kenntnis vom Fortschritte der Regulierungsarbeiten, und erstattet bei allen ausserordentlichen Vorfällen die sogleichen Anzeigen an dieselbe.

§. 15. Im Herbste jeden Jahres tritt eine technische Commission zusammen, bestehend:

a) aus je einem Techniker des Strassen- und Wasserbau-Departements des Ministeriums des Innern, der Statthalterei und des Landesausschusses;
b) aus dem Bauleiter;
c) aus zwei Deputierten der Genossenschaft;
d) aus einem Vertreter der k. k. priv. Südbahngesellschaft auf deren Kosten.

Von diesen Commissionsmitgliedern haben aber bloss die unter a) angeführten beschliessende Stimme.

Diese Commission bestimmt protokollarisch an Ort und Stelle jenen Theil des allgemeinen Regulierungsprojectes und jene Arbeiten, die im nächstfolgenden Jahre zur Ausführung gelangen sollen.

Der Bauleiter hat auf Grund umsichtiger Beobachtungen der obwaltenden Verhältnisse, und genauer Detailerhebungen, und unter möglichster Benützung der bestehenden Uferwerke seine diesfälligen Operate, nämlich die Theilprojecte über die vorzunehmenden Bau-Ausführungen vorher auszuarbeiten und der vorbestimmten Commission vorzulegen.

Diese prüft dieselben an Ort und Stelle, acceptiert oder modificiert sie; im letzteren Falle werden die Theilprojecte nach den Anordnungen der Commission von dem Bauleiter umgearbeitet.

Die Kosten dieser Commission fallen dem Regulierungsfonde zur Last.

§. 16. Das Protokoll dieser Commissionsverhandlung wird der Statthalterei zur Kenntnisnahme vorgelegt, wenn die technischen Vertreter des Ministeriums, der Statthalterei und des Landesausschusses bezüglich der auszuführenden Bauten sich einigten. Ist das aber nicht der Fall, so wird das Verhandlungsprotokoll sammt den Theilprojecten von der Statthalterei dem k. k. Ackerbau-Ministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

§. 17. Die Anberaumung des Tages der im §. 15 bestimmten Commission wird über den diesfälligen Bericht des Bauleiters von der Statthalterei veranlasst.

§. 18. Diese Commission besichtigt und prüft im allgemeinen auch gleichzeitig die bis dahin ausgeführten Bauten und bezeichnet dem Bauleiter jene Arbeiten des zweitnächsten Jahres, in Betreff deren er für die nächste zusammentretende Commission die Theilprojecte vorzubereiten haben wird.

Die Collaudierung der ausgeführten Bauten im Detail nach den bestehenden allgemeinen Normen ist von einem der im §. 15 unter a) bezeichneten Techniker durchzuführen.

§. 19. Die Ausführung der Regulierungsarbeiten erfolgt in der Regel im Wege der öffentlichen Concurrenz. Die jährlichen Bauanträge sind derart zu stellen, dass einerseits die einzelnen Theile möglichst für sich bestehende und abgeschlossene Objecte bilden, und andererseits die Betheiligung an dieser Concurrenz nicht beschränkt werde.

Jedoch können über Antrag und Begründung des Bauleiters unter Genehmigung der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse Ausnahmen hievon stattfinden.

Die aus Ursache von Elementarfällen zur Verhütung von Schäden nothwendigen Vorkehrungen kann der Bauleiter durch einen Uebernehmer oder im Wege der eigenen Regie sogleich ausführen lasssen, muss aber gleichzeitig die Anzeige an die Statthalterei hievon erstatten.

§. 20. Die zu obigem Zwecke abzuhaltende Offertverhandlung wird jedes Jahr für die zur Ausführung bestimmten Bauten abgehalten, und es bilden die Bauten eines jeden Jahres eine Bauperiode derart, dass, wenn infolge eingetretener Verhältnisse die Bauten eines Jahres in demselben Jahre nicht vollendet werden können, sie im nächstfolgenden Jahre fortzuführen und zu vollenden sind. In der Regel aber sollen die für ein Jahr bestimmten Bauten auch in demselben Jahre vollendet werden.

§. 21. Der Bauleiter verfasst zum Zwecke der Offertverhandlung die Bau- und Versteigerungsbedingnisse und die Baubeschreibung, legt dieselben der Statthalterei zur Genehmigung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse vor; er bestimmt die Offertverhandlung, eröffnet commissionell die eingelaufenen Offerte und unterbreitet den diesfälligen Antrag der Statthalterei zur Beschlussfassung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse.

Auf Grund dieser Beschlussfassung schliesst der Bauleiter die Bauverträge ab, und legt dieselben der Statthalterei zur Ratification vor.

Der Bauleiter stellt auf Grund der ausgeführten Arbeiten und des Bauvertrages zur Anweisung der Ratenzahlungen durch die Statthalterei unter persönlicher Haftung und Verantwortlichkeit die Ausführungscertificate aus.

§. 22. Der Bauleiter beaufsichtigt und inspiciert selbst, sowie auch durch sein technisches Hilfspersonale und durch die empirischen Aufseher die in der Ausführung begriffenen Bauten, führt durch das technische Personale die Baujournale und durch das Manipulationspersonale die Vormerkungen für jedes Bauobject besonders, und für den ganzen Bau im allgemeinen. Er vertheilt diese und alle sonstigen Arbeiten unter das ihm beigegebene Personale, überwacht dasselbe in der Ausführung seines Dienstes, und ist für alle diese Dienstesverrichtungen verantwortlich.

§. 23. Der Bauleiter hat dafür zu sorgen, dass durch das ihm beigegebene technische Personale vollkommen richtige Situations- und Niveaupläne für das ganze Concurrenzgebiet

dieser Regulierungs-Section verfasst, und in demselben die durch die Regulierung hervorgerufenen Veränderungen in Evidenz gehalten werden.

§. 24. Nach erfolgter Festsetzung eines Theilprojectes erkennt die competente politische Behörde über Einschreiten des Bauleiters im Sinne des §. 86 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes über die Nothwendigkeit und das Maass der Dienstbarkeit oder Grundabtretungen, welche fremde Grundstücke, fremde Materialien u. s. w. zu Zwecken der Regulierung nöthig sind, welche Servituten auf dem Uferlande zum Schutze der Regulierungsarbeiten, und für welche Zeitdauer nothwendig sind.

§. 25. Die bleibende Erwerbung und die zeitweise Benützung von Grund und Boden zur Ausführung der Arbeiten, der Durchstiche, zu Uferscarpen, Anlage der Dämme, für Wege, Abladungsplätze und Materialerzeugungsorte u. s. w., sowie die Gewinnung von Materialien jeder Art wird nach den einschlägigen Bestimmungen des tirolischen Wasserrechtsgesetzes stattfinden.

Ueber den Betrag der allfällig zu leistenden Entschädigungen wird vor allem mit dem Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter durch den Bauleiter unter Intervention eines Vertreters des Genossenschaftsausschusses ein gütliches Uebereinkommen anzustreben sein.

Ein solches gütliches Uebereinkommen bedarf der Genehmigung der Statthalterei.

Die Entschädigung, welche aus dem Regulierungsfonde im Enteignungsfalle dem Eigenthümer geleistet wird, besteht in der Entrichtnng des gemeinen Wertes der Sache, und zwar bei Gegenständen, welche bleibend erworben werden, des Capitalwertes, bei solchen die nur vorübergehend gebraucht werden, des entsprechenden Jahresnutzens, und zwar für die Dauer des Gebrauches und nach Maassgabe der Wertherabminderung.

Der Betrag der Entschädigung ist, wenn darüber unter den Betheiligten ein Einverständnis nicht erzielt wird, im Verwaltungswege zu ermitteln und auszusprechen, und wenn die Betheiligten sich dabei nicht beruhigen, durch gerichtlichen Befund mit Zuziehung beider Theile nach den Grundsätzen des Expropriationsverfahrens zu bestimmen.

Bei Ermittlung der Entschädigung im Verwaltungswege ist die Schätzung von dem k. k. Specialcommissär als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde mit Zuziehung zweier von ihm zu ernennenden und zu beeidenden Schätzleute, welche bei der Sache unbetheiligt sind und weder der Gemeinde, in welcher das abzuschätzende Grundstück liegt, noch einer benachbarten betheiligten Gemeinde angehören, vorzunehmen.

Zu dieser Verhandlung sind die Betheiligten beizuziehen.

Der ermittelte Entschädigungsbetrag wird an den Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter bezahlt, wenn aber die Annahme verweigert wird, oder sonst ein Hindernis besteht, zu Gerichtshanden deponiert.

Durch Erlag des im Verwaltungswege ermittelten Entschädigungsbetrages können die betreffenden Realitäten, unbeschadet der gerichtlichen Schätzung, in Besitz genommen werden.

§. 26. Die durch Verträge, Expropriationen und im Sinne des tirolischen Wasserrechtsgesetzes durch die Flussregulierung gewonnenen Gründe, sofern kein anderweitiges Eigenthumsrecht darauf besteht, sind zu vermarken, und durch bücherliche Vormerkungen in Evidenz zu halten. Die diesbezüglichen Urkunden sind den Verfachbüchern einzuverleiben.

§. 27. Die Statthalterei als leitende und verwaltende Behörde ist berechtigt, auf Grundlage der von dem Bauleiter ausgestellten Ausführungscertificate und der gepflogenen Collaudierungen nach erfolgter Revision die liquidierten Verdienstbeträge und bedungenen Abschlagszahlungen anzuweisen, für Ausführungen im Wege der Regie Geldvorschüsse an den Bauleiter zu bewilligen, und die diesbezüglichen Rechnungen zur Auszahlung anzuweisen, sowie die Regiekosten gegen die Verrechnung, die Manipulationskosten von Fall zu Fall, endlich die liquidierten Grundeinlösungs- und sonstigen Entschädigungskosten, sowie die ergangenen Commissionskosten flüssig zu machen.

§. 28. Die Statthalterei führt durch ihr Rechnungsdepartement die Verbuchung für den Fond dieser Regulierung, und wird am Schlusse eines jeden Jahres dem Landesausschusse einen Rechnungsabschluss über die bewirkten Auslagen und die mit Schluss des Jahres aushaftenden Activ- und Passivreste übergeben, und auf Verlangen die Einsicht in die Detailrechnungen gestatten. Von diesem Rechnungsabschlusse wird die Statthalterei eine Abschrift dem Bauleiter, und eine dem Genossenschaftsausschusse zustellen lassen.

Werden innerhalb zweier Monate weder von dem Landesausschusse noch von der Genossenschaft Bemänglungen eingebracht, so wird die Rechnung als genehmigt angesehen.

Bemänglungen, welche erhoben werden, wird die Statthalterei durch Darlegung des Sachverhaltes und der Gründe zu beheben suchen; gelingt dieses nicht, so wird der Gegenstand dem k. k. Ackerbauministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

C. Vollzugsvorschrift

über die Durchführung der Etsch-Regulierung von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco.

§. 1. Die Ausführung der Etsch-Regulierungsbauten von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco ist eine Landesangelegenheit, und erfolgt unter Einflussnahme des Landesausschusses und der Interessenten unter der Oberleitung der Staatsverwaltung (§. 7 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26).

§. 2. Die gegenständliche Regulierung bezieht sich auf die Etsch-Section von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco.

Als technische Grundlage der Regulierung hat das vom k. k. Ackerbauministerium im Jahre 1878 genehmigte Generalproject zu gelten.

Bei dessen Ausführung ist sowohl den Verhältnissen, welche sich seither geändert haben sollten, nach Maassgabe ihrer neuerlichen Gestaltung angemessen Rechnung zu tragen, als auch ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass nicht durch die jeweiligen Arbeiten weiter abwärts liegende Gegenden gefährdet werden. (§. 2 des Reichsgesetzes vom 23. April 1879, R.-G.-Bl. Nr. 64 und L.-G.-Bl. Nr. 22, und §. 2 des Landesgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23.)

Innerhalb des oberwähnten Generalprojectes umfasst die Regulierung nachstehend bezeichnete Arbeiten:

1. die Ausführung, und bis zum Abschluss der Bauzeit auch die Einhaltung aller Bauten, welche zur Erzielung eines regelrechten Flusslaufes, Festhaltung der Ufer und Hintanhaltung von Ueberschwemmungen nothwendig fallen;

2. die Errichtung von Thalsperren am Avisio-Wildbache, und nach Erfordernis dessen Regulierung beim Einflusse desselben in den Etsch-Fluss; die Ergänzung der Noce-Flussregulierung und Schutzbauten am Rossbache;

3. die Verbauung und Aufforstung der Murrbrüche in einzelnen Seitenthälern des Flussgebietes, besonders am Avisio-, Fersina- und Ravina-Bache;

4. die regelrechte Einleitung und Unschädlichmachung der Nebenbäche, insoweit sich diese Unschädlichmachung auf die Schaffung von Ablagerungsplätzen für dieselben bezieht, und disse Arbeiten zum Zwecke der Etsch-Regulierung nothwendig sind;

5. die Anlage von Schleusen zum Zwecke der Be- und Entwässerung;

6. die Correctur, die Ergänzung und Vervollständigung der bestehenden, und Anlage der nothwendigsten Hauptabzugsgräben, sofern dieselben zum Zwecke der durch die Etsch-Regulierung beabsichtigten Entsumpfung der Thalsohle nothwendig sind;

7. die Ausführung der zur Verlandung erforderlichen Anlagen.

Alle diese Bau-Ausführungen haben unter möglichster Benützung der schon bestehenden Wasserbauten und Abzugsgräben zu erfolgen.

§. 3. Die Bauzeit ist auf zwanzig Jahre und zwar 1879 bis 1898 bestimmt. Der nähere Zeitpunkt des Beginnes der Regulierung wird von der Statthalterei öffentlich kundgemacht werden. (§. 6 des Specialgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26.)

Von diesem Zeitpunkte an ist jede der Regulierung der Etsch und ihrer Ufer zuwiderlaufende Privatbauführung untersagt.

§. 4. Die Kosten dieser Flussregulierung, einschliesslich aller im §. 2 angeführten Nebenbauten, der Einhaltung derselben auf die Dauer der Bauzeit, alle Kanzlei- und Commissionsauslagen, die Regie-Auslagen, dann die Kosten des Genossenschaftsausschusses und der Grundentschädigung bilden das Bau-Erfordernis, und sollen den Gesammtbetrag von 2,000.000 fl. nicht überschreiten.

Diese Bausumme wird aus dem nach §. 3 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 26) gebildeten Regulierungsfonde bestritten.

Die Verwaltung dieses Fondes, die Geldanweisungen und Zahlungen aus demselben erfolgen durch die Statthalterei.

§. 5. Im Sinne des §. 4 des Reichsgesetzes vom 23. April 1879 (R.-G.-Bl. Nr. 64 und L.-G.-Bl. Nr. 22) und des §. 5 des Landesgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 26) ist der Beitrag des Staates in der Höhe von 600.000 fl., und jener des Landes in der Höhe von 400.000 fl. in gleichen Jahresraten von 30.000 fl., beziehungsweise von 20.000 fl. in den Jahren 1879—1898 zu leisten, beziehungsweise an die k. k. Finanz-Landescasse abzuführen.

Diese Jahresraten werden im Jahre 1879 in einem noch festzustellenden Zeitpunkte, in den Jahren 1880—1898 je zur Hälfte am 1. Jänner und am 1. Juli an den Regulierungsfond abgeführt werden, vorausgesetzt, dass die in obigen Gesetzesstellen vorhergesehene, gleichmässige Verwendung der Beiträge der Interessenten, eventuell jenes der k. k. priv. Südbahngesellschaft nachgewiesen erscheint.

§. 6. Der Beitrag der Interessenten, eventuell der k. k. priv. Südbahngesellschaft für das Jahr 1879 ist in einem noch festzustellenden Zeitpunkte, während der übrigen Bauzeit, d. i. 1880 incl. 1898 jährlich in derselben Höhe nach §. 5 des Specialgesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 26) und in zwei gleichen Raten am 1. Juni und 1. December an den Regulierungsfond ohne Verzögerung abzuführen, und zwar an die k. k. Finanz-Landescasse einzuzahlen.

Dieser Jahresbeitrag der Genossen kann durch Umlage nach dem Concurrenzcataster und theilweise auch durch Creditoperationen gedeckt werden.

§. 7. Die Regelung der Concurrenzbeiträge hat nach den Bestimmungen des §. 66 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) zu erfolgen.

Bei der Concurrenzausmittlung ist auf den Umstand Rücksicht zu nehmen, ob und in welchem Maasse die gegenwärtigen Uferversicherungen der Regulierung zugute kommen, und welchen dauernden Schutz sie gegenwärtig gewähren.

§. 8. Zur Festsetzung des Concurrenzmaasstabes wird eine Commission zusammengesetzt, bestehend:

a) aus dem Specialcommissär (§. 11) als Leiter;
b) aus zwei von der Statthalterei und dem Landesausschusse zu bestimmenden Ingenieuren;
c) aus drei Sachverständigen, wovon zwei vom Genossenschaftsausschusse und einer von der Statthalterei ernannt werden;
d) aus dem für die betreffende Gemeinde gewählten Ausschusse und Ersatzmanne.

Für den Fall der Weigerung der letzteren, an der Verhandlung theilzunehmen, bestimmt der Genossenschaftsausschuss aus seiner Mitte für die betreffende Gemeinde zwei andere Mitglieder.

§. 9. Ueber die Concurrenzausmittlung sind ordentliche Cataster und Pläne zu verfassen und während der Bau-Ausführung unter der Aufsicht des Specialcommissärs in Evidenz zu halten.

§. 10. Die Umlagen werden von dem Genossenschaftsausschusse eingebracht und an den Regulierungsfond abgeführt, und zwar an die k. k. Finanz-Landescasse eingezahlt.

Die rückständigen Beiträge der Genossen werden im politischen Executionswege nach den Anordnungen des §. 68 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 eingebracht.

§. 11. Für die Verhandlungen, welche in die politische Administration fallen, wird von der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse ein Specialcommissär bestimmt, welcher als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde fungiert (§. 76 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom Jahre 1870).

§. 12. Dem Specialcommissär, als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde, fallen auch alle Verhandlungen und Entscheidungen über alle während der Regulierung von Privaten in dieser Flusstrecke zu bewerkstelligenden Wasserwerke zu, ebenso die Verhandlungen und Entscheidungen in Floss- und Schiffahrtsangelegenheiten dieser Strecke.

Bei allen diesen Verhandlungen hat der Specialcommissär vor der zu fällenden Entscheidung das Gutachten des Bauleiters einzuholen.

Die Verhandlungen und Entscheidungen in Wasser- und Triftangelegenheiten an den in diese Flussection mündenden Nebenbächen und Gräben bleiben in der Competenz der Bezirkshauptmannschaften Trient und beziehungsweise Roveredo, aber diese sind verbunden, vor Fällung der Entscheidung das Gutachten des Bauleiters dieser Flussection einzuholen.

Die Diäten und Reisegebüren des Specialcommissärs werden aus dem Regulierungsfonde bestritten.

§. 13. Die Besorgung der technischen und der technisch-administrativen Geschäfte wird von der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse dem k. k. Bezirksingenieur in Trient als Bauleiter übertragen, dem das nothwendige technische Hilfspersonale, und zwar zur Hälfte von der Statthalterei und zur anderen Hälfte vom Landesausschusse beigegeben wird.

Wenigstens einer der ihm beigegebenen Techniker muss aus dem Stande der Staats- oder Landesbaubeamten genommen werden.

Das nothwendige empirische Aufsichtspersonale stellt unter Genehmigung der Statthalterei der Bauleiter an.

Das für den Specialcommissär und den Bauleiter gemeinschaftliche Kanzlei-Manipulationspersonale bestellt die Statthalterei über Antrag dieser Functionäre auf Kosten des Regulierungsfondes.

Die Diäten und Reisegebüren des Bauleiters, sowie die für denselben zu bestimmende Remuneration für seine Mühewaltung, dann die Gebüren, Gehalte und Activitätszulagen des ihm beigegebenen technischen, und die Löhnungen des empirischen Personales, sowie die sämmtlichen Kosten der Bauleitung werden aus dem Regulierungsfonde bestritten.

§. 14. Der Bauleiter, welchem hauptsächlich die Sorge für die correcte und ökonomische Ausführung der Regulierungswerke obliegt, verkehrt unmittelbar mit der Statthalterei, hält dieselbe durch periodische Berichte in fortlaufender genauer Kenntnis vom Fortschritte der Regulierungsarbeiten und erstattet bei allen ausserordentlichen Vorfällen die sogleichen Anzeigen an dieselbe.

§. 15. Im Herbste jeden Jahres tritt eine technische Commission zusammen, bestehend:

a) aus je einem Techniker des Strassen- und Wasserbau-Departements des Ministeriums des Innern, der Statthalterei und des Landesausschusses;
b) aus dem Bauleiter;
c) aus zwei Deputierten der Genossenschaft;
d) aus einem Vertreter der k. k. priv. Südbahngesellschaft auf deren Kosten.

Von diesen Commissionsmitgliedern haben aber bloss die unter a) angeführten beschliessende Stimme.

Diese Commission bestimmt protokollarisch an Ort und Stelle jenen Theil des allgemeinen Regulierungsprojectes und jene Arbeiten, die im nächstfolgenden Jahre zur Ausführung gelangen sollen.

Der Bauleiter hat auf Grund umsichtiger Beobachtungen der obwaltenden Verhältnisse, und genauer Detailerhebungen, und unter möglichster Benützung der bestehenden Uferwerke seine diesfälligen Operate, nämlich die Theilprojecte über die vorzunehmenden Bau-Ausführungen vorher auszuarbeiten und der vorbestimmten Commission vorzulegen.

Diese prüft dieselben an Ort und Stelle, acceptiert oder modificiert sie; im letzteren Falle werden die Theilprojecte nach den Anordnungen der Commission von dem Bauleiter umgearbeitet.

Die Kosten dieser Commission fallen dem Regulierungsfonde zur Last.

§. 16. Das Protokoll dieser Commissionsverhandlung wird der Statthalterei zur Kenntnisnahme vorgelegt, wenn die technischen Vertreter des Ministeriums, der Statthalterei und des Landesausschusses bezüglich der auszuführenden Bauten sich einigten. Ist das aber nicht der Fall, so wird das Verhandlungsprotokoll sammt den Theilprojecten von der Statthalterei dem k. k. Ackerbauministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

§. 17. Die Anberaumung des Tages der im §. 15 bestimmten Commission wird über den diesfälligen Bericht des Bauleiters von der Statthalterei veranlasst.

§. 18. Diese Commission besichtigt und prüft im allgemeinen auch gleichzeitig die bis dahin ausgeführten Bauten und bezeichnet dem Bauleiter jene Arbeiten des zweitnächsten Jahres, in Betreff deren er für die nächste zusammentretende Commission die Theilprojecte vorzubereiten haben wird.

Die Collaudierung der ausgeführten Bauten im Detail nach den bestehenden allgemeinen Normen ist von einem der im §. 15 unter a) bezeichneten Techniker durchzuführen.

§. 19. Die Ausführung der Regulierungsarbeiten erfolgt in der Regel im Wege der öffentlichen Concurrenz. Die jährlichen Bauanträge sind derart zu stellen, dass einerseits die einzelnen Theile möglichst für sich bestehende und abgeschlossene Objecte bilden, und andererseits die Betheiligung an dieser Concurrenz nicht beschränkt werde.

Jedoch können über Antrag und Begründung des Bauleiters unter Genehmigung der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse Ausnahmen hievon stattfinden.

Die aus Ursache von Elementarfällen zur Verhütung von Schäden nothwendigen Vorkehrungen kann der Bauleiter durch einen Uebernehmer oder im Wege der eigenen Regie sogleich ausführen lassen, muss aber gleichzeitig die Anzeige an die Statthalterei hievon erstatten.

§. 20. Die zu obigem Zwecke abzuhaltende Offertverhandlung wird jedes Jahr für die zur Ausführung bestimmten Bauten abgehalten, und es bilden die Bauten eines jeden Jahres eine Bauperiode derart, dass, wenn infolge eingetretener Verhältnisse die Bauten eines Jahres in demselben Jahre nicht vollendet werden können, sie im nächstfolgenden Jahre fortzuführen und zu vollenden sind. In der Regel aber sollen die für ein Jahr bestimmten Bauten auch in demselben Jahre vollendet werden.

§. 21. Der Bauleiter verfasst zum Zwecke der Offertverhandlung die Bau- und Versteigerungsbedingnisse und die Baubeschreibung, legt dieselben der Statthalterei zur Genehmigung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse vor; er bestimmt die Offertverhandlung, eröffnet commissionell die eingelaufenen Offerte und unterbreitet den diesfälligen Antrag der Statthalterei zur Beschlussfassung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse.

Auf Grund dieser Beschlussfassung schliesst der Bauleiter die Bauverträge ab, und legt dieselben der Statthalterei zur Ratification vor.

Der Bauleiter stellt auf Grund der ausgeführten Arbeiten und des Bauvertrages zur Anweisung der Ratenzahlungen durch die Statthalterei unter persönlicher Haftung und Verantwortlichkeit die Ausführungscertificate aus.

§. 22. Der Bauleiter beaufsichtigt und inspiciert selbst, sowie auch durch sein technisches Hilfspersonale und durch die empirischen Aufseher die in der Ausführung begriffenen Bauten, führt durch das technische Personale die Baujournale und durch das Manipulationspersonale die Vormerkungen für jedes Bauobject besonders, und für den ganzen Bau im allgemeinen. Er vertheilt diese und alle sonstigen Arbeiten unter das ihm beigegebene Personale, überwacht dasselbe in der Ausführung seines Dienstes, und ist für alle diese Dienstesverrichtungen verantwortlich.

§. 23. Der Bauleiter hat dafür zu sorgen, dass durch das ihm beigegebene technische Personale vollkommen richtige Situations- und Niveaupläne für das ganze Concurrenzgebiet dieser Regulierungssection verfasst, und in denselben die durch die Regulierung hervorgerufenen Veränderungen in Evidenz gehalten werden.

§. 24. Nach erfolgter Festsetzung eines Theilprojectes erkennt die competente politische Behörde über Einschreiten des Bauleiters im Sinne des §. 86 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes über die Nothwendigkeit und das Maass der Dienstbarkeit oder Grundabtretungen, welche fremde Grundstücke, fremde Materialien u. s. w. zu Zwecken der Regulierung nöthig sind, welche Servituten auf dem Uferlande zum Schutze der Regulierungsarbeiten, und für welche Zeitdauer nothwendig sind.

§. 25. Die bleibende Erwerbung und die zeitweise Benützung von Grund und Boden zur Ausführung der Arbeiten, der Durchstiche, zu Uferscarpen, Anlage der Dämme, für Wege, Abladungsplätze und Materialerzeugungsorte u. s. w.,

sowie die Gewinnung von Materialien jeder Art wird nach den einschlägigen Bestimmungen des tirolischen Wasserrechts-Gesetzes stattfinden.

Ueber den Betrag der allfällig zu leistenden Entschädigungen wird vor allem mit dem Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter durch den Bauleiter unter Intervention eines Vertreters des Genossenschaftsausschusses ein gütliches Uebereinkommen anzustreben sein.

Ein solches gütliches Uebereinkommen bedarf der Genehmigung der Statthalterei.

Die Entschädigung, welche aus dem Regulierungsfonde im Enteignungsfalle dem Eigenthümer geleistet wird, besteht in der Entrichtung des gemeinen Wertes der Sache, und zwar bei Gegenständen, welche bleibend erworben werden, des Capitalwertes, bei solchen die nur vorübergehend gebraucht werden, des entsprechenden Jahresnutzens, und zwar für die Dauer des Gebrauches und nach Maassgabe der Wertherabminderung.

Der Betrag der Entschädigung ist, wenn darüber unter den Betheiligten ein Einverständnis nicht erzielt wird, im Verwaltungswege zu ermitteln und auszusprechen, und wenn die Betheiligten sich dabei nicht beruhigen, durch gerichtlichen Befund mit Zuziehung beider Theile nach den Grundsätzen des Expropriationsverfahrens zu bestimmen.

Bei Ermittlung der Entschädigung im Verwaltungswege ist die Schätzung von dem k. k. Specialcomissär als Organ der gesetzmässig competenten politischen Behörde mit Zuziehung zweier von ihm zu ernennenden und zu beeidenden Schätzleute, welche bei der Sache unbetheiligt sind und weder der Gemeinde, in welcher das abzuschätzende Grundstück liegt, noch einer benachbarten betheiligten Gemeinde angehören, vorzunehmen.

Zu dieser Verhandlung sind die Betheiligten beizuziehen.

Der ermittelte Entschädigungsbetrag wird an den Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter bezahlt, wenn aber die Annahme verweigert wird, oder sonst ein Hindernis besteht, zu Gerichtshanden deponiert.

Durch Erlag des im Verwaltungswege ermittelten Entschädigungsbetrages können die betreffenden Realitäten, unbeschadet der gerichtlichen Schätzung, in Besitz genommen werden.

§. 26. Die durch Verträge, Expropriationen und im Sinne des tirolischen Wasserrechtsgesetzes durch die Flussregulierung gewonnenen Gründe, sofern kein anderweitiges Eigenthumsrecht darauf besteht, sind zu vermarken, und durch bücherliche Vormerkungen in Evidenz zu halten. Die diesbezüglichen Urkunden sind den Verfachbüchern einzuverleiben.

§. 27. Die Statthalterei als leitende und verwaltende Behörde ist berechtigt, auf Grundlage der von dem Bauleiter ausgestellten Ausführungscertificate und der gepflogenen Collaudierungen nach erfolgter Revision die liquidierten Verdienstbeträge und bedungenen Abschlagszahlungen anzuweisen, für Ausführungen im Wege der Regie Geldvorschüsse an den Bauleiter zu bewilligen, und die diesbezüglichen Rechnungen zur Auszahlung anzuweisen, sowie die Regiekosten gegen Verrechnung, die Manipulationskosten von Fall zu Fall, endlich die liquidierten Grundeinlösungs- und sonstigen Entschädigungskosten, sowie die ergangenen Commissionskosten flüssig zu machen.

§. 28. Die Statthalterei führt durch ihr Rechnungs-Departement die Verbuchung für den Fond dieser Regulierung und wird am Schlusse eines jeden Jahres dem Landesausschusse einen Rechnungsabschluss über die bewirkten Auslagen und die mit Schluss des Jahres aushaftenden Activ- und Passivreste übergeben, und auf Verlangen die Einsicht in die Detailrechnungen gestatten. Von diesem Rechnungsabschlusse wird die Statthalterei eine Abschrift dem Bauleiter, und eine dem Genossenschaftsausschusse zustellen lassen.

Werden innerhalb zweier Monate weder von dem Landesausschusse noch von der Genossenschaft Bemänglungen eingebracht, so wird die Rechnung als genehmigt angesehen.

Bemänglungen, welche erhoben werden, wird die Statthalterei durch Darlegung des Sachverhaltes und der Gründe zu beheben suchen; gelingt dieses nicht, so wird der Gegenstand dem k. k. Ackerbauministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

Nr. 8.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 24. Dec. 1879,
(Z. 20.670—Bau),

betreffend die Bestimmung des Zeitpunktes für den Beginn der Arbeiten der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco.

In Gemässheit der Vollzugsvorschriften über die Durchführung der Etsch-Regulierung (L.-G.-Bl. vom Jahre 1879, Nr. 49, A, B und C, §. 3) wird im Einverständnis mit dem tirolischen Landesausschusse hiemit öffentlich bekannt gegeben, dass die Etsch-Regulierungsarbeiten am 29. December 1879 in allen drei Sectionen, d. i. in der Flusstrecke von der Passer-Mündung bis Sacco beginnen werden.

Nr. 9.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 10. Dec. 1881,
(Nr. 21.117—Bau),

betreffend Nachtragsbestimmungen zur Vollzugs-Vorschrift der III. Etsch-Regulierungssection.

Im Nachtrage zur Vollzugsvorschrift über die Durchführung der Etsch-Regulierung von der Eisenbahnbrücke in St. Michele bis Sacco vom 25. October 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 49 c) werden folgende Bestimmungen erlassen:

Zu §. 3. Die Bauzeit wird von zwanzig (20) Jahren auf zehn (10) Jahre herabgesetzt und zwar auf 1879 einschliesslich 1888 bestimmt.

Zu §. 5. Die Staatsverwaltung wird den bis Ende des Jahres 1881 noch nicht geleisteten Theil ihres Gesammtbeitrages von 600.000 fl., d. i. den Betrag von 510.000 fl. in den Jahren 1882 einschliesslich 1888 in folgenden Theilbeträgen leisten, und zwar für 1882 mit 72.900 fl. und für die weiteren Jahre 1883—1888 mit je 72.850 fl.

Desgleichen wird das Land den bis Ende des Jahres 1881 noch nicht geleisteten Theil des gesammten Landesbeitrages von 400.000 fl., d. i. den Betrag von 340.000 fl. in den Jahren 1882 einschliesslich 1888 in folgenden Theilbeträgen leisten, und zwar für 1882 und 1883 mit je 48.600 fl. und für die übrigen fünf (5) Jahre — 1884 einschliesslich 1888 — mit je 48.560.

Die Jahresraten für 1882 einschliesslich 1888 sind je zur Hälfte zu den bisher vorgeschriebenen Terminen an den Regulierungsfond abzuführen.

Zu §. 6. Im gleichen Verhältnis ist der Beitrag der Interessenten eventuell der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft, während der nunmehr reducierten Bauzeit, bezüglich in den vorgeschriebenen Terminen, an den Regulierungsfond abzuführen.

Im übrigen bleiben sämmtliche sonstige Leistungen der genannten Vollzugsvorschrift aufrecht.

Nr. 10.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 14. März 1881,
(L.-G.-Bl. Nr. 5 ex 1882)
betreffend eine Abänderung in den Bestimmungen zur Vollzugsvorschrift in der I. Etsch-Regulierungs-section.

Im Nachtrage zur Vollzugs-Vorschrift über die Durchführung der Etsch-Regulierung von der Passer bis unterhalb der Eisack-Mündung vom 25. October 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 49 A) wird die Bestimmung erlassen, den 1. Absatz des §. 14 in folgender Weise abzuändern, u. zw.:

§. 14. „Zur Besorgung der technischen und technisch-administrativen Geschäfte wird vom Landesausschusse im Einvernehmen mit der Statthalterei ein eigener Bauleiter bestellt, dem das nothwendige technische Hilfspersonale und zwar zur Hälfte von der Statthalterei und zur anderen Hälfte vom Landesausschusse beigegeben wird."

Im übrigen bleiben sämmtliche sonstige Bestimmungen der genannten Vollzugsvorschrift aufrecht.

Nr. 11.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 10. Nov. 1882,
(L.-G.-Bl. Nr. 32)
betreffend die Regulierung der sogenannten neutralen Etsch-Strecke.

Unter Bezugnahme auf die vom tirolischen Landtage in der 13. Sitzung der 4. Session der V. Landtagsperiode am 26. September 1881 gefassten Beschlüsse hinsichtlich der projectierten Regulierung der sogenannten neutralen Etsch-Strecke, d. i. der Flusstrecke vom Endpunkte der I. Etsch-Regulierungssection unterhalb der Eisack-Mündung bis zum Anfangspunkte der II. Etsch-Regulierungssection an der Eisenbahnbrücke in Gmund, werden im Einverständnisse mit dem tirolischen Landesausschusse alle in den Wirkungskreis der k. k. Bezirkshauptmannschaft Bozen fallenden Agenden rücksichtlich dieser Flusstrecke dem k. k. Specialcommissär der I. und II. Etsch-Regulierungssection in Bozen, und alle technischen Angelegenheiten dieser Flusstrecke dem Etsch-Bauleiter der I. Section hiemit übertragen.

Nr. 12.

Gesetz vom 13. März 1883,
betreffend die Unterstützungen aus Staatsmitteln für Tirol aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882.
(R.-G.-Bl. 1883, IX. Stück, Nr. 31.)

Mit Zustimmung beider Häuser des Reichsrathes finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Anlässlich der Ueberschwemmungen, welche das Land Tirol in den Monaten September und October 1882 heimgesucht haben, werden Unterstützungen aus Staatsmitteln nach Maassgabe der folgenden Bestimmungen gewährt.

§. 2. Zu den im Gesammtbetrage von 754.000 fl. veranschlagten Kosten für die Wiederherstellung von Regulierungsbauten in den im Gesetze vom 23. April 1879 (R.-G.-Bl. Nr. 64) bezeichneten Strecken des Etsch-Flusses, von welchen Kosten das Land den Theilbetrag von 301.600 fl. übernimmt, wird ein Betrag von 452.400 fl. bewilligt.

Ferner wird zu den für die Ausführung des Abbaues des Eisack-Flusses bei dessen Ausmündung in die Etsch erforderlichen, auf 142.000 fl. veranschlagten Kosten, von welchen das Land den Theilbetrag von 56.800 fl. übernimmt, ein Beitrag von 85.200 fl. und zu den mit 75.000 fl. veranschlagten Kosten für dringend nothwendige Bau-Ausführungen in der sogenannten neutralen Etsch-Strecke, von welchen Kosten das Land den Theilbetrag von 30.000 fl. übernimmt, ein Beitrag von 45.000 fl. gegen dem bewilligt, dass auch diese Bauten als Landesangelegenheit behandelt werden, und dass der Staatsverwaltung auf die Verwendungen der Staatsbeiträge, sowie auf die Ausführung der Bauten die entsprechende Einflussnahme gewahrt bleibe.

§. 3. Zum Zwecke der sonst zum Schutze der betroffenen Landestheile gegen Ueberschwemmungen nöthigen Vorkehrungen an den Flüssen Drau, Rienz, Eisack, Brenta, Sarca und an der Etsch-Strecke von Sacco bis an die Landesgrenze, dann zur Verbauung des Avisio, Noce und jener Wildbäche, welche in die genannten Flüsse einmünden und besonders gefährlich sind, endlich zur Entwässerung und Befestigung der Gebirgsböden in diesen Gebieten wird ein Staatsbeitrag von 6,800.000 fl. bewilligt.

Dieser Staatsbeitrag, in welchem die dem Staate aus dem Titel der Strassenverwaltung obliegenden Leistungen nicht inbegriffen sind, wird unter den in den §§. 4 bis 8 enthaltenen Bedingungen geleistet und ist in gleichen Jahresraten, u. zw. vierteljährig im vorhinein flüssig zu machen.

§. 4. Die im §. 3 bezeichneten Unternehmungen sind unter Einhaltung der Bestimmungen dieses Gesetzes als Landesangelegenheiten zu behandeln und nach Erfordernis, insbesondere rücksichtlich der Beitragspflicht der thunlichst heranzuziehenden Interessenten im Wege der Landesgesetzgebung zu regeln.

§. 5. Diese Unternehmungen sind in dem Zeitraume von 6 Jahren vom Jahre 1883 angefangen auszuführen.

§. 6. Behufs Durchführung der Unternehmungen ist ein Regulierungsfond zu bilden. In diesen Fond haben einzufliessen:

a) die vom Landtage mit den Beschlüssen vom 30. November 1882 zu den im §. 3 bezeichneten Zwecken aus Landesmitteln bereits gewidmeten 2,523.200 fl.;
b) die Staatsbeiträge (§. 3);
c) die Beiträge der Interessenten nach ihrer speciellen Bestimmung;
d) der Erlös aus den Grundstücken, welche bei der Ausführung der Bauten gewonnen werden.

Der Regulierungsfond hat auch die auflaufenden Regiekosten, die Kosten der wegen besonderer Dringlichkeit auf Rechnung des Landes und des Staates bereits bewirkten Bauten und die Kosten der Erhaltung der auszuführenden Herstellungen innerhalb des im §. 5 bezeichneten Zeitraumes zu tragen.

§. 7. Der Landesbeitrag (§. 6, lit. a) ist während des im §. 5 bezeichneten Zeitraumes in gleichen Jahresraten, u. zw. vierteljährig im vorhinein an den Regulierungsfond abzuführen.

§. 8. Es ist eine Landescommission mit dem Sitze in Innsbruck unter dem Vorsitze des Statthalters oder seines Stellvertreters einzusetzen, welche zu bestehen hat:

a) aus Abgeordneten der Staatsverwaltung;
b) aus Mitgliedern, die der Landesausschuss unter Berücksichtigung der betreffenden Landestheile abordnet und aus Abgeordneten der beiden Sectionen des Landesculturrathes.

Diese Commission hat ein von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse zu genehmigendes Programm nach §. 3 der auszuführenden Herstellungen festzustellen, durch welches auch die Reihenfolge der Ausführung bestimmt wird. Dabei ist an dem Grundsatze festzuhalten, dass diejenigen Herstellungen, welche für den Schutz des

Landes gegen Ueberschwemmungen die dringendsten und wesentlichsten sind, zuerst ausgeführt werden sollen.

Sie hat ferner die Projecte und Kostenvoranschläge für die einzelnen Unternehmungen festzustellen, die Ausführung der letzteren zu veranlassen und zu leiten, die bewirkten Herstellungen während der Bauzeit zu beaufsichtigen und den Regulierungsfond zu verwalten.

Die näheren Bestimmungen in Betreff der Zahl der Mitglieder und der Gebarung der Commission werden von der Regierung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse erlassen.

§. 9. An Concurrenzen, Wassergenossenschaften, Gemeinden und Gemeindemitglieder, welche infolge der Ueberschwemmungen hilfsbedürftig geworden sind, können nach Maassgabe des Bedarfes unverzinsliche Vorschüsse bis zum Gesammtbetrage von 1,500.000 fl. mit der Verwendungsdauer dieses Credites bis zum Ablaufe des Jahres 1885 unter der Haftung des Landes für die Rückzahlung dieser Vorschüsse erfolgt werden.

Solche Vorschüsse können insbesondere auch zu Aufforstungszwecken, sowie an die im §. 6, lit. c) erwähnten Interessenten ertheilt werden.

Die Vorschüsse werden von der Staatsverwaltung mit Zustimmung des Landesausschusses bewilligt.

Die Rückzahlung der Vorschüsse hat in fünfzehn gleichen Jahresraten, vom 1. Jänner 1886 angefangen, zu erfolgen.

Rückständige Vorschussraten können mittelst der politischen Execution eingebracht werden.

§. 10. Für Vorschüsse, welche im Grunde der kaiserlichen Verordnung vom 26. September 1882 (R.-G.-Bl. Nr. 130) erfolgt worden sind, werden den Vorschussnehmern die im §. 9 festgesetzten Rückzahlungstermine bewilligt.

Solche Vorschüsse sind auf Rechnung des im §. 9 bezeichneten Gesammtbetrages zu bestellen.

§. 11. An die hilfsbedürftigsten Gemeinden und Gemeindemitglieder, sowie zu Aufforstungen unter besonders berücksichtigungswürdigen Umständen können nicht zurückzuzahlende Unterstützungen bis zum Gesammtbetrage von 500.000 fl. nach Maassgabe des Bedarfes von der Staatsverwaltung verabfolgt werden.

Die mit den kaiserlichen Verordnungen vom 26. September 1882 (R.-G.-Bl. Nr. 130) und vom 30. October 1882 (R.-G.-Bl. Nr. 152) ertheilte Bewilligung zur Verabfolgung von nicht zurückzuzahlenden Unterstützungen für Tirol bis zum Belaufe von 500.000 fl. wird durch die vorstehende Bestimmung nicht berührt.

§. 12. Den Wassergenossenschaften, welche nach den Landesgesetzen vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26) zur Leistung von Beiträgen zur Regulierung der in diesen Gesetzen bezeichneten Etsch-Strecken verpflichtet sind, können, insoweit sie dieser Verpflichtung erhobenermaassen nachzukommen nicht vermögen, von der Staatsverwaltung nach Einvernehmen des Landesausschusses nicht rückzahlbare Unterstützungen bis zum Gesammtbetrage von 500.000 fl. aus dem Staatsschatze in der Art gewährt werden, dass der bewilligte Unterstützungsbetrag auf Rechnung des von der Genossenschaft zu leistenden Concurrenzbeitrages an den betreffenden Regulierungsfond abgeführt wird.

§. 13. Die auf Grund dieses Gesetzes sich ergebenden Erfordernisse sind in die Staatsvoranschläge für die betreffenden Jahre einzustellen.

§. 14. Von der Stempel- und Gebürenpflicht werden befreit:

1. Urkunden, welche behufs Beschaffung des vom Tiroler Landtage beschlossenen Anlehens bis zum Barbetrage von drei Millionen Gulden ausgefertigt werden, dann die Interimsscheine, Theilschuldverschreibungen und Coupons der Theilschuldverschreibungen dieses Anlehens;

2. Eingaben, Verträge und sonstige Urkunden, sowie Amtshandlungen, welche sich behufs Ausführung der in den §§. 2 und 3 dieses Gesetzes bezeichneten Herstellungen ergeben;

3. Rechtsurkunden, Eingaben und Amtshandlungen in Betreff der in den §§. 9, 11 und 12 bezeichneten Unterstützungen und Vorschüsse, insbesondere auch in Betreff der Sicherstellung, welche die Landesvertretung für die unter der Haftung des Landes gewährten Vorschüsse für nöthig erachtet.

§. 15. Die Theilschuldverschreibungen des erwähnten Landesanlehens können zur fruchtbringenden Anlegung von Capitalien der Stiftungen, der unter öffentlicher Aufsicht stehenden Anstalten, dann Pupillar-, Fideicommiss- und Depositengeldern und zum Börsencourse, jedoch nicht über den Nennwert, zu Dienst- und Geschäftscautionen verwendet werden.

§. 16. Mit der Durchführung dieses Gesetzes, welches mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit tritt, sind die Minister des Innern, des Ackerbaues und der Finanzen betraut.

Wien, am 13. März 1883.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Dunajewski m. p.

Falkenhayn m. p.

Nr. 13.

Gesetz vom 9. April 1883,

betreffend eine Erweiterung des technischen Projectes für die Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen wie folgt:

§. 1. Das im §. 2 des Gesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) als technische Grundlage für die Regulierung der Etsch-Strecke Gmund—Masetto angenommene Project vom Jahre 1875 hat jene Erweiterungen zu erfahren, welche sich nach dem Gutachten der hierüber abgehaltenen technischen Commission zur Vervollständigung und Sicherung dieser Regulierung und mittelbar auch der anderen Etsch-Strecken als nothwendig herausgestellt haben, und deren Kosten auf 600.000 fl. veranschlagt sind.

Die nähere Feststellung der betreffenden Bauten wird durch die Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landes-Ausschusse erfolgen.

§. 2. Zur Deckung des hiedurch entstehenden Mehrerfordernisses von 600.000 fl. sind in den für die Etsch-Strecke Gmund—Masetto bereits gebildeten Regulierungsfond im Laufe der für diese Regulierung bestimmten Bauzeit 200.000 fl. aus dem Staatsschatze — vorbehaltlich der verfassungsmässigen Bewilligung — und 120.000 fl. vom Lande einzuzahlen. Der Rest, bis zur vollen Deckung des thatsächlichen Erfordernisses, ist nach den Bestimmungen der Punkte 3 und 4 des §. 3 des Gesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) aufzubringen.

§. 3. Alle anderen, durch die vorstehenden Bestimmungen dieses Gesetzes nicht geänderten Vorschriften des Gesetzes vom 23. April 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 25) finden auch auf diese Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto Anwendung.

§. 4. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind der Ackerbau-Minister und der Minister des Innern beauftragt.

Wien, den 9. April 1883.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p.

Nr. 14.

Verordnung der Ministerien des Innern, des Ackerbaues und der Finanzen, vom 26. April 1883,

zur Durchführung des §. 8 des Gesetzes vom 13. März 1883, R.-G.-Bl. Nr. 31,[1] betreffend die Unterstützung aus Staatsmitteln für Tirol aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882.

Zur Durchführung des §. 8 des obcitierten Gesetzes wird nach mit dem Landesausschusse von Tirol gepflogenen Einvernehmen Folgendes verordnet:

§. 1. Die zum Schutze gegen Ueberschwemmungen nöthigen Vorkehrungen an den Flüssen Drau, Rienz, Eisack, Brenta, Sarcà und an der Etsch-Strecke von Sacco bis an die Landesgrenze, dann die Verbauung des Avisio, Noce und jener Wildbäche, welche in die genannten Flüsse einmünden und besonders gefährlich sind, endlich die Entwässerung und Befestigung der Gebirgsböden in diesen Gebieten, welche Unternehmungen in Gemässheit des Gesetzes vom 13. März 1883, R.-G.-Bl. Nr. 31, als Landesangelegenheiten behandelt werden, sind von der nach diesem Gesetze einzusetzenden Landescommission zur Ausführung zu bringen.

§. 2. Diese Commission führt den Titel „Landescommission für die Regulierung der Gewässer" und hat ihren Sitz in Innsbruck.

Sie besteht unter dem Vorsitze des Statthalters oder seines Stellvertreters:

a) aus 4 Abgeordneten der Staatsverwaltung, nämlich einem administrativen Statthaltereibeamten, zwei Staatsbauorganen und einem Forsttechniker oder deren vom Statthalter zu bestimmenden Stellvertretern;

b) aus 5 Mitgliedern, welche der Landesausschuss unter Berücksichtigung der betreffenden Landestheile abordnet, und aus je einem Abgeordneten der beiden Sectionen des Landesculturrathes.

Der Landesausschuss und die beiden Sectionen des Landesculturrathes ernennen für jedes von ihnen abgeordnete Mitglied einen Stellvertreter.

Ausser diesen ständigen Mitgliedern der Commission kann der Statthalter aus eigener Initiative oder über Antrag des Landesausschusses oder des ständigen Commissionsausschusses (§. 6) zu den Berathungen auch noch andere Personen permanent oder von Fall zu Fall mit berathender Stimme beiziehen.

Den betheiligten Ministerien bleibt es vorbehalten, zu den Sitzungen der Landescommission, Ministerialdelegierte zu entsenden, welche an den Verhandlungen mit beschliessender Stimme theilzunehmen haben.

§. 3. Die Landescommission für die Regulierung der Gewässer ist zur Berathung und Beschlussfassung über sämmtliche mit den voraufgeführten Unternehmungen verbundenen finanziellen, administrativen und technischen Geschäfte, für welche die gesetzlich bestimmten Mittel zur Verfügung stehen, berufen.

Sie hat insbesondere ein von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse zu genehmigendes Programm der nach §. 1 auszuführenden Herstellungen festzusetzen, durch welches auch die Reihenfolge der Ausführung bestimmt wird.

Dabei ist an dem Grundsatze festzuhalten, dass diejenigen Herstellungen, welche für den Schutz des Landes gegen Ueberschwemmungen die dringendsten und wesentlichsten sind, zuerst ausgeführt werden sollen.

[1] L.-G.-Bl. 1883 Nr. 14, S. 78.

Sie hat ferner die Projecte und Kostenvoranschläge für die einzelnen Unternehmungen festzustellen, die Ausführung der letzteren zu veranlassen und zu leiten, die bewirkten Herstellungen, während der Bauzeit zu beaufsichtigen und den Regulierungsfond zu verwalten.

Die Landescommission hat auch für jedes Jahr eine ausführliche Darstellung über die in diesem Jahre ausgeführten und die in der Ausführung begriffenen Arbeiten, unter Anschluss des Rechnungsabschlusses, der Staatsverwaltung und dem Landesausschusse mitzutheilen.

Die vorbezeichneten Geschäfte der Landescommission werden theils durch die Plenarcommission, theils durch den ständigen Ausschuss derselben (§. 6) besorgt.

§. 4. Die Plenarcommission hat den Bericht über die bewirkten Herstellungen und die Kosten derselben, dann über den jeweiligen Stand des Fondes entgegenzunehmen und darüber Beschluss zu fassen, das Programm und das Präliminare für die im nächsten Baujahre auszuführenden Bauten festzustellen, die Rechnungsabschlüsse zu prüfen, rücksichtlich der Feststellung der Projecte und der Art ihrer Ausführung dem ständigen Ausschusse die grundsätzlichen Directiven zu ertheilen, endlich die etwa in Betreff einzelner Unternehmungen erforderlichen legislativen Maassnahmen (§. 4 des Gesetzes) zu beantragen.

Die erste Plenarcommission hat insbesondere über das im §. 3 bezeichnete Generalprogramm zu beschliessen.

§. 5. Die Plenarcommission wird vom Statthalter mindestens einmal im Jahre einberufen.

Nach Erfordernis wird der Statthalter aus eigener Initiative oder über Antrag des Landesausschusses oder des ständigen Commissionsausschusses, die Plenarcommission auch mehrmals im Jahre einberufen.

Zur Giltigkeit eines Beschlusses der Plenarcommission ist die Einladung aller Mitglieder und die Anwesenheit von sechs stimmberechtigten Mitgliedern nebst dem Vorsitzenden oder seinem Stellvertreter nothwendig.

Die Beschlüsse werden nach Stimmenmehrheit der anwesenden stimmberechtigten Mitglieder gefasst.

Bei gleich getheilten Stimmen entscheidet der Vorsitzende.

Ergibt sich der Fall, dass die Anschauung der Vertreter der Staatsverwaltung in der Minderheit bleibt, ist die ministerielle Schlussfassung einzuholen und diese für die Ausführung maassgebend.

Erachtet der Vorsitzende dass die Commission ihre Competenz überschreite, so hat er den bezüglichen Beschluss zu sistieren und mit dem Landesausschusse das Einvernehmen zu pflegen; wird eine Uebereinstimmung auf diesem Wege nicht erzielt, bleibt die Entscheidung dem Ministerium vorbehalten.

§. 6. Die Vorbereitung der an die Plenar-Commission zu stellenden Anträge, sowie die Ausführung der Commissionsbeschlüsse und die currenten Geschäfte werden im Namen der Landescommission unter Leitung des Statthalters oder seines Stellvertreters von einem ständigen Ausschusse besorgt, welcher aus den 4 Abgeordneten der Staatsverwaltung (§. 2, a) eventuell deren Stellvertretern, dann aus zwei Mitgliedern eventuell deren Stellvertretern besteht, welche der Landesausschuss mit Rücksicht auf die betreffenden Landestheile aus den im §. 2, b bezeichneten Abgeordneten bestimmt.

Die wichtigeren Geschäfte des ständigen Ausschusses sind collegial zu behandeln.

Die Bestimmung dieser Geschäftsbehandlung bleibt dem Statthalter überlassen.

Im Falle der collegialen Behandlung muss wenigstens eines der vom Landesausschusse bestimmten Commissionsmitglieder bei der bezüglichen Berathung anwesend sein.

§. 7. Für das zu den administrativen, technischen und Rechnungs- sowie Manipulationsarbeiten erforderliche Hilfspersonale wird auf Grund des mit dem Landesausschusse gepflogenen Einvernehmens von dem Statthalter vorgesorgt werden.

Der Landescommission bleibt es vorbehalten, ihrerseits für einzelne Unternehmungen besondere Arbeitskräfte zu bestellen und über deren Entlohnung zu beschliessen.

§. 8. Die Mitglieder und Hilfsorgane der Landescommission verbleiben, wenn sie dem Stande der Staats- oder Landesbeamten angehören, in dem Verbande dieser Behörde.

Die aus Anlass der Inanspruchnahme dieser Beamten den Regulierungsfond betreffenden Leistungen werden von der Staatsverwaltung im Einvernehmen mit dem Landesausschusse bestimmt.

Die Pensionsansprüche dieser Beamten gehen auf den Regulierungsfond nicht über.

Die Gebüren der dem Stande der Staats- oder Landesbeamten nicht angehörenden Mitglieder der Landescommission werden von der letzteren bestimmt.

§. 9. Die den Regulierungsfond betreffenden Cassageschäfte werden von der k. k. Finanzlandescasse in Innsbruck besorgt.

§. 10. Die Landescommission und bezw. der ständige Ausschuss derselben ist berechtigt, mit allen landesfürstlichen oder autonomen Behörden und Organen unmittelbar zu correspondieren.

§. 11. Die politischen Behörden sind verpflichtet, die Landescommission bei der Durchführung der in ihren Wirkungskreis fallenden Aufgaben zu unterstützen und den von dieser Commission, bezw. von dem ständigen Ausschusse an sie ergehenden Anforderungen thunlichst zu entsprechen.

Wien, am 26. April 1883.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p. Dunajewski m. p.

Nr. 15.

Gesetz vom 15. December 1884,

betreffend die Beitragsleistung der Interessenten zu dem auf Grund des Reichsgesetzes vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 31)[1] gebildeten Regulierungsfonde.

Ueber Antrag des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde ich anzuordnen wie folgt:

§. 1. Zu dem auf Grund des §. 6 des Reichsgesetzes vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 31) gebildeten Regulierungsfonde, welcher laut §. 3 desselben Gesetzes zur Durchführung der Schutzvorkehrungen an den Flüssen Drau, Rienz, Eisack, Brenta, Sarca und an der Etsch-Strecke von Sacco bis an die Landesgrenze, dann zur Verbauung des Avisio, Noce und jener Wildbäche, welche in die genannten Flüsse einmünden und besonders gefährlich sind, endlich zur Entwässerung und Befestigung der Gebirgsböden in diesen Gebieten bestimmt ist, — haben die Interessenten den in den §§. 4 und 6 lit. c des vorberufenen Reichsgesetzes im allgemeinen vorgesehenen Beitrag nach Maassgabe der näheren Bestimmungen dieses Gesetzes zu leisten.

§. 2. Als Grundlage zur Berechnung dieser Interessentenbeiträge hat jene Summe zu dienen, welche in den einzelnen Flussgebieten von Jahr zu Jahr erforderlich sein wird, um in eben diesen Gebieten während der Bauperiode vom 1. Jänner 1885 bis Ende 1888 die im §. 1 bezeichneten Neuherstellungen, sowie die Erhaltung eben dieser Herstellungen und auch jener aus den Jahren 1883 und 1884 während der genannten Bauperiode zu bestreiten.

§. 3. Die Auftheilung der Beiträge der nach §. 4 des Reichsgesetzes vom 13. März 1883 thunlichst heranzuziehenden Interessenten hat in nachstehender Weise zu erfolgen:

a) 5% der Kosten der im §. 1 bezeichneten Arbeiten werden aufgebracht durch einen allgemeinen Beitrag aller Steuerträger des betreffenden Flussgebietes und zwar durch entsprechende Umlage auf deren Gesammtvorschreibung an directen Steuern, jedoch mit der Beschränkung, dass dieser Beitrag 20% der Jahresschuldigkeit an directen Steuern nicht übersteigen kann.

b) Die im Flussgebiete oder in einem unmittelbar gefährdeten Gebiete liegenden Eisenbahnen, Reichsstrassen und hervorragenden industriellen Anlagen, desgleichen andere öffentliche Wege und Strassen haben, insoferne ein diesbezügliches Uebereinkommen mit denselben nicht schon bestehen sollte, einen von der Landescommission zur Regulierung der Gewässer nach §. 4 zu ermittelnden angemessenen Beitrag zu leisten.

c) Liegenschaften oder Anlagen, insbesondere Grundstücke und Gebäude, welche in dem durch die Gewässer unmittelbar gefährdeten Gebiete liegen und denen durch die auszuführenden Arbeiten ein Schutz gegen die Gefahr zugewendet wird, haben hiefür einen besonderen Beitrag zu leisten, welcher jedoch incl. des unter a) fixierten Beitrages 50% der Jahresschuldigkeit an directen Steuern rücksichtlich der einzelnen beitragspflichtigen Objecte nicht überschreiten darf.

d) Der Landescommission für Regulierung der Gewässer steht es zu, behufs Ausführung solcher Regulierungs- und Sicherungsarbeiten, welche nicht allein im allgemeinen Interesse ausgeführt werden, sondern zugleich Gemeinden, Genossenschaften, oder auch Einzelnen in ganz besonderer Weise zum Vortheile gereichen, diese, anstatt zu der im Punkte c bestimmten Beitragsleistung, zu einer höheren heranzuziehen, jedoch mit gebürender Rücksicht auf den Wert des zu schützenden Objectes.

§. 3. Die Feststellung der Ausdehnung bezw. der Abgrenzung der einzelnen Flussgebiete, sowie die Feststellung der sich hiernach im Sinne des §. 3 Punkt a ergebenden Umlagsquote erfolgt durch die Landescommission für die Regulierung der Gewässer.

Derselben Commission steht es zu, die Beitragsleistung der im §. 3 Punkt b, c, d bezeichneten näheren Interessenten, seien es nun einzelne Beitragspflichtige oder ganze Gemeinden, Genossenschaften und Anlagen, im Wege der freiwilligen Vereinbarung, oder falls eine solche nicht erzielt wird, im Entscheidungswege zu regeln.

Die Commission hat hiebei nach den Grundsätzen des §. 51 des Tiroler Landesgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) vorzugehen und die freiwilligen Anbote von in Geld zu bewertenden Naturalleistungen der näheren Interessenten thunlichst zu berücksichtigen. Sie hat ihrem Ausspruche jene Erhebungen zu Grunde zu legen, welche durch die politische Behörde unter Mitwirkung der betreffenden Bauleitung, sowohl hinsichtlich des Projectes und der Kostenvoranschläge, als der Beitragsleistung gepflogen worden sind, und wobei den bei der Ausführung der Arbeiten muthmasslich näher interessierten Parteien Gelegenheit geboten werden muss, rechtzeitig ihre Vorstellung anzubringen.

Gegen den Ausspruch der Landescommission in einer der im vorstehenden ihr zugewiesenen Feststellungen findet keine Berufung statt.

[1] Landes-Gesetz- und Verordnungsblatt vom Jahre 1883, VI. Stück, Nr. 14, S. 78.

§. 5. Die gemäss §. 3 Punkt a festgestellten Umlagen werden gleichzeitig mit den landesfürstlichen Steuern eingehoben.

Die in Ausführung des §. 3 Punkt b, c, d festgesetzten Concurrenzbeiträge sind von der politischen Behörde einzubringen.

Diese Umlagen und Beiträge sind, insoweit sie Grund- und Hausbesitz betreffen, eine Grundlast und es finden auf dieselben die Bestimmungen des §. 61 des Tiroler Landesgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) sinngemässe Anwendung.

§. 6. Die §§. 3 und 4 dieses Gesetzes haben in Bezug auf Concurrenzen, welche in Betreff der für das Jahr 1884 bestimmten Arbeiten bereits zu Stande gekommen sind, keine Geltung, insofern diese Arbeiten im Jahre 1884 zwar begonnen, aber erst im Laufe des Jahres 1885 vollendet werden. In diesem Falle bleiben die zu Stande gekommenen Concurrenzen aufrecht.

§. 7. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Meine Minister für Ackerbau und des Innern beauftragt.

Gödöllö, am 15. December 1884.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p.

Nr. 16.

Gesetz vom 7. Juli 1886,

betreffend die Rückzahlung der aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882 für Tirol und Kärnten bewilligten unverzinslichen Vorschüsse.

(R.-G.-Bl. 1886, XL. Stück, Nr. 128.)

Mit Zustimmung beider Häuser des Reichsrathes finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Regierung wird ermächtigt, für die im Grunde des §. 9 des Gesetzes vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 31), beziehungsweise der kaiserlichen Verordnung vom 26. September 1882 (R.-G.-Bl. Nr. 130) an Concurrenzen, Wassergenossenschaften, Gemeinden und Gemeindemitglieder in Tirol aus dem bewilligten Credite per 1,500.000 fl. ertheilten unverzinslichen Vorschüsse den mit dem obigen Gesetze auf den 1. Jänner 1886 festgesetzten Beginn der Rückzahlung bis längstens 1. Jänner 1889 rücksichtlich jener Vorschussnehmer zu erstrecken, welche durch die Hochwässer des Jahres 1885 neuerlich betroffen wurden und in Nothlage gerathen sind. Eine solche Erstreckung darf nur über Einschreiten der Betheiligten nach Maassgabe des constatierten wirklichen Bedürfnisses bewilligt werden.

Die Staatsverwaltung hat bei der Entscheidung über die einlangenden Erstreckungsgesuche im Einvernehmen mit dem Landesausschusse vorzugehen.

§. 2. In gleicher Weise und unter denselben Bedingungen wird die Regierung auch bezüglich der in Kärnten im Grunde des §. 4 des Gesetzes vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 30), beziehungsweise der kaiserlichen Verordnung vom 26. September 1882 (R.-G.-Bl. Nr. 130) an Concurrenzen, Gemeinden und Gemeindemitglieder aus dem bewilligten Credite per 100.000 fl. erfolgten unverzinslichen Vorschüsse zur Erstreckung des mit dem bezogenen Gesetze auf den 1. Jänner 1886 festgesetzten Beginnes der Rückzahlung bis längstens 1. Jänner 1889 ermächtigt.

§. 3. Für die Dauer der nach §§. 1 und 2 bewilligten Erstreckungen bleibt die Inanspruchnahme der Haftung des Landes für die Rückzahlung der Vorschüsse aufgeschoben.

§. 4. Eingaben, Urkunden und Amtshandlungen in Betreff der nach dem gegenwärtigen Gesetze in Verhandlung kommenden Fristerstreckungen sind von der Stempel- und Gebürenpflicht befreit.

§. 5. Mit der Durchführung dieses Gesetzes, welches mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit tritt, sind Meine Minister des Innern, des Ackerbaues und der Finanzen beauftragt.

Ischl, am 7. Juli 1886.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Dunajewski m. p.

Falkenhayn m. p.

Nr. 17.

Gesetz vom 11. September 1886,

betreffend die Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco.

Mit Zustimmung des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die auf Grund der Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23, 24, 25 und 26 und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, in der Ausführung begriffene Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco, ist in ihrem ferneren Verlaufe zu ergänzen:

1. Durch die Vervollständigung der Schutzbauten und Herstellung von Abzugsgräben nach Maassgabe der näheren Bestimmungen des §. 2;

2. durch die Einbeziehung der Flusstrecke zwischen der bisherigen I. und II. Regulierungssection (der sogenannten neutralen Strecke) in den zu regulierenden Flusslauf.

Hiernach sind für die Ergänzung der Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco folgende vier Flusstrecken zu unterscheiden:

I. Section,

von der Passer-Mündung bis 650 *m* unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes an der Eisack-Mündung (bisher geregelt durch das Gesetz vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24);

I. Section A,

vom Endpunkte der I. Section bis einschliesslich der Gmunder Eisenbahnbrücke (bisher als sogenannte neutrale Strecke ohne besondere gesetzliche Regelung aus Landesmitteln theilweise reguliert);

II. Section,

von der Gmunder Eisenbahnbrücke bis einschliesslich der Eisenbahnbrücke bei St. Michele (bisher geregelt durch die Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25, und 9. April 1882, L.-G.-Bl. Nr. 18);

III. Section,

von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis einschliesslich der Leno-Mündung bei Sacco (bisher geregelt durch das Gesetz vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26).

Die Ergänzung der Etsch-Regulierung ist innerhalb der Jahre 1886 bis Ende 1895 zu bewerkstelligen.

§. 2. Als technische Grundlage für die Ergänzung der Etsch-Regulierung hat im allgemeinen das vom Strassen- und Wasserbau-Departement des k. k. Ministeriums des Innern unterm 20. August 1885, Z. 9784 begutachtete Project zu dienen, wornach die erwähnte Ergänzung (sammt den durch die Wasserschäden vom October 1885 nothwendig gewordenen Reconstructionen) einen Aufwand von 5,521.000 fl., somit die gesammte vervollständigte Etsch-Regulierung — einschliesslich der bereits in den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl.

Nr. 24, 25 und 26, und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, für die Etsch-Regulierung bestimmten Summe von 5,331.000 fl. — einen Gesammtaufwand von 10,852.000 fl. erheischt.

Das vorerwähnte technische Project ist übrigens noch in der Richtung zu revidieren, dass einerseits durch technisch zulässige Vereinfachungen einzelner Projectstheile die sichere Gewähr für das Auslangen mit dem angegebenen Gesammtbetrage geschaffen und anderseits innerhalb des Rahmens der mit 10,852.000 fl. festgesetzten Erfordernissumme, den Verhältnissen und Erfahrungen, welche sich aus den nach seiner Begutachtung eingetretenen Ueberschwemmungen (October 1885) ergeben haben, Rechnung getragen werde.

Die für den Bestand der Etsch-Regulierung nothwendige Verbauung der Wildbäche ist, mit Ausnahme der Arbeiten am Avisio von dessen Einmündung in die Etsch aufwärts bis einschliesslich der Thalsperre bei St. Giorgio, in das Programm der nach dem Gesetze vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 31) auszuführenden Regulierungen der Gewässer in Tirol einzuziehen und sodann nach Maassgabe des Landesgesetzes vom 15. December 1884 (L.-G.-Bl. Nr. 46) zu behandeln.

§. 3. Der vorerwähnte Aufwand von 5,521.000 fl. für die Ergänzung der Etsch-Regulierung, beziehungsweise der — zuzüglich des für die Regulierung in den früheren Gesetzen bereits bestimmten Betrages von 5,831.000 fl. — sich ergebende Gesammtaufwand von 10,852.000 fl. für die gesammte (ergänzte) Etsch-Regulierung vertheilt sich auf die einzelnen Regulierungsstrecken (§. 1) wie folgt:

I. Section.

Nach dem Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24 . . .	1,650.000 fl.	
Für die Ergänzung	611.200 fl.	
Somit für die ergänzte Regulierung		2,261.200 fl.

I. Section A.

Für die in den bisherigen Etsch-Regulierungs-Gesetzen nicht berücksichtigte Regulierung dieser Strecke	1,453.000 fl.

II. Section.

Nach den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25, und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18	1,681.000 fl.	
Für die Ergänzung	715.100 fl.	
Somit für die ergänzte Regulierung		2,396.100 fl.

III. Section.

Nach dem Gesetze vom 25. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26 . . .	2,000.000 fl.	
Für die Ergänzung	2,741.400 fl.	
Somit für die ergänzte Regulierung		4,741.400 fl.

Der für die Herstellung der Arbeiten am Avisio von der Thalsperre bei St. Giorgio ab, im Voranschlage enthaltene Betrag von 315.000 fl. ist hiebei zu gleichen Theilen in den Aufwand für die II. und III. Section einbezogen.

§. 4. Der Aufwand für die auf Grund der Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26 und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, ferner für die vom Lande in der Section I/a im Rahmen des Regulierungsprojectes (§. 2) bereits ausgeführten, sowie für die nach Maassgabe dieses Gesetzes noch auszuführenden Bauten, für deren Erhaltung während der Bauzeit und für die Regie ist in den Sectionen I, II und III aus den auf Grund der bezogenen Gesetze bereits gebildeten Regulierungsfonden und in der Section I/a aus dem gemäss §. 12 dieses Gesetzes zu bildenden Regulierungsfonde zu bestreiten.

§. 5. Der Staatsschatz leistet, im Sinne des §. 1 des bezüglichen Reichsgesetzes vom heutigen Tage,[1] zu den auf 10,852.000 fl. veranschlagten Kosten der ergänzten Regulierung des Etsch-Flusses von der Passer-Mündung bis Sacco einen Betrag von 6,400.000 fl., und zwar (unbeschadet etwaiger Verschiebungen, welche innerhalb dieser Gesammtsumme im Laufe der Arbeiten nothwendig werden sollten), in folgender Vertheilung:

Dem Regulierungsfonde der	I. Section	1,333.550 fl.
	I. Section A	857.088 fl.
	II. Section	1,413.107 fl.
	III. Section	2,796.255 fl.

Die Beiträge von zusammen 1,325.450 fl., welche der Staatsschatz den Regulierungsfonden der Sectionen I, II und III auf Grund der Gesetze vom 23. April 1879, R.-G.-Bl. Nr. 64 und vom 9. April 1883, R.-G.-Bl. Nr. 45, bis Ende 1885 bereits geleistet hat, sind in die obigen Summen einzurechnen. Der hiernach noch zu leistende Staatsbeitrag von 5,074.550 fl. ist, im Sinne des obenerwähnten Reichsgesetzes, innerhalb der Jahre 1886 bis 1895 flüssig zu machen, und zwar im Jahre 1886 im Theilbetrage von 887.700 fl. (einschliesslich des bis zum Eintritte der Wirksamkeit dieses Gesetzes für 1886 schon geleisteten Beitrages) und in den folgenden Jahren nach Maassgabe der bezüglichen Finanzgesetze.

§. 6. Die Beiträge, welche von den in die Etsch-Regulierungs-Genossenschaften einbezogenen Privat-Interessenten in die Regulierungsfonde einzuzahlen sind, werden festgestellt, wie folgt:

Für die I. Section	452.240 fl.
Für die I. Section A	87.198 fl.
Für die II. Section	479.220 fl.
Für die III. Section	474.140 fl.

wobei jene Beträge, welche die erwähnten Zahlungspflichtigen bei Eintritt der Wirksamkeit dieses Gesetzes den Regulierungsfonden der Sectionen I, II und III im Sinne der Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26, bereits geleistet haben, in die obigen Summen einzurechnen und hiernach die noch schuldigen Beitragsquoten zu ermitteln, beziehungsweise bei sich ergebenden Ueberzahlungen die entsprechenden Ausgleichungen innerhalb 6 Monaten nach Eintritt der Wirksamkeit dieses Gesetzes aus den Regulierungsfonden (§. 10 Alinea 2) zu treffen sind.

Zur Bedeckung der sich nach diesem Paragraph ergebenden Jahresschuldigkeit der Regulierungs-Genossenschaften ist über Ansuchen des Genossenschaftsausschusses für die betreffende Section in sinngemässer Anwendung der §§. 3 und 4 des Landesgesetzes vom 15. December 1884, L.-G.-Bl. Nr. 46, nach gepflogenen Erhebungen, im Einvernehmen mit dem Landesausschusse, von der k. k. Statthalterei ein Flussgebiet zu bilden, wobei solche Flussgebiete, welche bereits nach §. 2 dieses Gesetzes gebildet wurden, von der Beitragsleistung infolge des gegenwärtigen Paragraphes auszuschliessen sind.

§. 7. In Betreff der Beiträge, welche die den Regulierungsgenossenschaften nicht angehörenden Privat-Interessenten den Regulierungsfonden zu leisten haben, sowie hinsichtlich der Verwertung der durch die Regulierung gewonnenen Gründe zu Gunsten dieser Fonde gelten die in den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26, und 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, enthaltenen Bestimmungen auch für die Ergänzung der Etsch-Regulierung, und ist sonach die Beitragspflicht der erwähnten Privat-Interessenten hinsichtlich der Ergänzungsarbeiten auf dem in jenen Gesetzen bezeichneten

[1] R.-G.-Bl. Nr. 142.

Wege des Uebereinkommens oder des wasserrechtlichen Verfahrens festzustellen.

§. 8. Jener Theil des gemäss §. 4 von den Regulierungsfonden zu bestreitenden Aufwandes, welcher in den diesen Fonden zufliessenden Staats- und Genossenschaftsbeiträgen (§§. 5, 6), den im §. 7 erwähnten anderweitigen Zuflüssen und in sonstigen eigenen Fondseinnahmen, sowie in den vom Lande auf Grund der Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26, und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, bis zum Eintritte der Wirksamkeit dieses Gesetzes den Regulierungsfonden geleisteten Beiträgen keine Bedeckung findet, ist den Regulierungsfonden aus Landesmitteln beizusteuern, daher das Land für den sich ergebenden Rest des Kostenbetrages von 10,852.000 fl. aufzukommen hat.

Insoweit die Bedeckung dieses Landesbeitrages, sowie der übrigen aus diesem Gesetze dem Lande erwachsenden Verpflichtungen nicht durch anderweitige ausserordentliche Zuflüsse erfolgen kann, geschieht dieselbe durch eine entsprechende Erhöhung des nach den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 64, begebenen Landesregulierungs-Anlehens bis zum Höchstbetrage von 1,700.000 fl.

§. 9. Die aus den Bestimmungen der §§. 6 und 7 sich ergebenden zukünftigen Beiträge der Regulierungs-Genossenschaften und der in die Genossenschaften nicht einbezogenen Privat-Interessenten sind während der im Verordnungswege, innerhalb 1886—1895 näher zu bestimmenden Zeit in gleichen Jahresraten in den Regulierungsfond einzuzahlen, ohne Rücksicht auf die Oertlichkeiten, in denen im einzelnen Jahre die Regulierungswerke hergestellt werden.

§. 10. Die Beiträge des Landes sind während der Ergänzung der Etsch-Regulierung alljährlich den Regulierungsfonden nach Maassgabe ihres sonst unbedeckten Jahresbedarfes (§. 8) beizusteuern.

In den Bedarf für das Jahr 1886 sind auch jene Beträge aufzunehmen, welche für die gemäss §. 6 vorzunehmenden Ausgleichungen der genossenschaftlichen Ueberzahlungen erforderlich sind.

§. 11. Die Ausführung der Regulierungsarbeiten auf Grundlage des revidierten Projectes (§. 2) und die Verwaltung der Regulierungsfonde wird von der Staatsverwaltung besorgt, unter Mitwirkung der Vertreter des Landesausschusses, der Etsch-Regulierungs-Genossenschaften (§. 6) in den bezüglichen Sectionen, und der im §. 7 dieses Gesetzes erwähnten Privat-Interessenten in der sie berührenden Section.

Das Nähere über diese Mitwirkung wird im Verordnungswege von der k. k. Statthalterei im Einverständnisse mit dem Landesausschusse bestimmt werden.

Die Vertretung des Etsch-Regulierungs-Unternehmens und der Etsch-Regulierungsfonde nach aussen übernimmt die Staatsverwaltung.

§. 12. Insoferne dieses Gesetz abweichende Bestimmungen nicht enthält, gelten auch für die Ergänzung der Etsch-Regulierung die Bestimmungen der Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23, 24, 25 und 26, und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18.

In Betreff der Bildung des Regulierungsfondes und der Erhaltung der ausgeführten Regulierungswerke nach Abschluss der Bauzeit in der Regulierungs-Section I/a gelten sinngemäss die Bestimmungen der §§. 3, 4 und 10 des Gesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25.

Auf dieser Grundlage sind in einer Durchführungsverordnung die für die einzelnen Regulierungs-Sectionen vom Eintritte der Wirksamkeit dieses Gesetzes an maassgebenden Vorschriften zusammenzufassen.

§. 13. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Meine Minister für Ackerbau, des Innern und der Finanzen betraut.

Lubien-Wielki, am 11. September 1886.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p. Dunajewski m. p.

Nr. 18.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 13. April 1887
(Nr. 7312—Etsch-Bau),

betreffend die Einkommensteuer- und Gebürenfreiheit der Zinsen der Theilschuldverschreibungen der Genossenschaft der Etsch-Regulierungs-Section I/a.

Es wird hiemit zur öffentlichen Kenntnis gebracht, dass das hohe k. k. Ackerbauministerium laut Erlass vom 9. April l. J., Z. 4955, auf Grund des §. 11 des Gesetzes vom 30. Juni 1884, R.-G.-Bl. Nr. 116, der Genossenschaft der Etsch-Regulierungs-Section I/a für die Zinsen der von ihr auszugebenden Theilschuldverschreibungen die Befreiung von der Einkommensteuer respective von der etwa künftig an deren Stelle tretenden Steuer sowie von der Couponstempelgebür bewilligt hat.

Nr. 19.

Kundmachung des k. k. Statthalters vom 22. Nov. 1887
(Nr. 22.399),

mittelst welcher eine Vollzugsvorschrift zum Landesgesetze vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, betreffend die Ergänzung der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco, erlassen wird.

In Vollziehung der §§. 11 und 12 des Landesgesetzes vom 11. September 1886 (L.-G.-Bl. Nr. 41) werden im Einverständnisse mit dem Landesausschusse über die Durchführung der Ergänzung der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco folgende Bestimmungen getroffen:

I. Allgemeine Bestimmungen.

§. 1. Die Ausführung der Etsch-Regulierungsarbeiten auf Grundlage des revidierten Projectes von der Passer-Mündung bis Sacco ist eine Landesangelegenheit und wird, sowie die Verwaltung der Regulierungsfonde, von der Staatsverwaltung unter Mitwirkung der Vertreter des Landesausschusses, der Etsch-Regulierungs-Genossenschaften in den bezüglichen Sectionen und der im §. 7 des Gesetzes erwähnten Interessenten in der sie berührenden Section besorgt.

§. 2. Bei der gegenständlichen Regulierung werden folgende 4 Flusstrecken unterschieden:

I. Section:

von der Passer-Mündung bis 650 *m* unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes an der Eisack-Mündung (bisher geregelt durch das Gesetz vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24);

I. Section A:

vom Endpunkte der I. Section bis einschliesslich der Gmunder Eisenbahnbrücke (bisher als sogenannte „neutrale Strecke" ohne besondere gesetzliche Regelung aus Landesmitteln theilweise reguliert);

II. Section:

von der Gmunder Eisenbahnbrücke bis einschliesslich der Eisenbahnbrücke bei St. Michele (bisher geregelt durch die Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25 und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18);

III. Section:

von der Eisenbahnbrücke bei St. Michele bis einschliesslich der Leno-Mündung bei Sacco (bisher geregelt durch das Gesetz vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26).

Als technische Grundlage für die Ergänzung der Etsch-Regulierung hat im allgemeinen das vom Strassen- und Wasserbau-Departement des k. k. Ministeriums des Innern unterm 20. August 1885, Z. 9784, begutachtete Project zu dienen, wonach die erwähnte Ergänzung (sammt den durch die Wasserschäden vom October 1885 nothwendig gewordenen Reconstructionen) einen Aufwand von 5,521.000 fl., somit die gesammte vervollständigte Etsch-Regulierung — einschliesslich der bereits in den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24, 25 und 26, und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18, für die Etsch-Regulierung bestimmten Summe von 5,331.000 fl. — einen Gesammtaufwand von 10,852.000 fl. erheischt.

Insbesondere ist dieses Project mit jenen Aenderungen auszuführen, welche die im September und October 1886 abgehaltene technische Revisionscommission beantragt hat, insoferne diese Aenderungen die ministerielle Genehmigung erlangen.

Hiebei darf die gesetzliche Bausumme von 10,852.000 fl. nicht überschritten werden und müssten, wenn damit das Auslangen nicht gefunden werden sollte, entsprechende Reductionen selbst an den genehmigten Arbeiten stattfinden.

Mit der erwähnten Bausumme ist auch die Regie des Unternehmers, technische Organe, Specialcommissär, Commissär, Commissionen, Kanzleierfordernisse und die Erhaltung der Bauten während der Bauzeit zu bestreiten.

Die für den Bestand der Etsch-Regulierung nothwendige Verbauung der Wildbäche ist, mit Ausnahme der Arbeiten am Avisio von dessen Einmündung in die Etsch aufwärts bis einschliesslich der Thalsperre bei St. Giorgio, in das Programm der nach dem Gesetze vom 13. März 1883 (L.-G.-Bl. Nr. 31) auszuführenden Regulierungen der Gewässer in Tirol einzubeziehen und sodann nach Maassgabe des Landesgesetzes vom 15. December 1884 (L.-G.-Bl. Nr. 46) zu behandeln.

§. 3. Der vorerwähnte Aufwand von 5,521.000 fl. für die Ergänzung der Etsch-Regulierung, beziehungsweise der — zuzüglich des für die Regulierung in den früheren Gesetzen bereits bestimmten Betrages von 5,331.000 fl. — sich ergebende Gesammtaufwand von 10,852.000 fl. für die gesammte (ergänzte) Etsch-Regulierung vertheilt sich auf die einzelnen Regulierungsstrecken (§. 2) wie folgt:

I. Section:

Nach dem Gesetze vom 24. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 24	1,650.000 fl.	
Für die Ergänzung	611.200 fl.	
Somit für die ergänzte Regulierung		2,261.200 fl.

I. Section A:

Für die in den bisherigen Etsch-Regulierungsgesetzen nicht berücksichtigte Regulierung dieser Strecke		1,453.000 fl.

II. Section:

Nach den Gesetzen vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25 und vom 9. April 1883, L.-G.-Bl. Nr. 18	1,681.000 fl.	
Für die Ergänzung	715.100 fl.	
Somit für die ergänzte Regulierung		2,396.100 fl.

III. Section:

Nach dem Gesetze vom 25. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 26	2,000.000 fl.	
Für die Ergänzung	2,741.400 fl.	
Somit für die ergänzte Regulierung		4,741.400 fl.

Der für die Herstellung der Arbeiten am Avisio von der Thalsperre bei St. Giorgio ab, im Voranschlage enthaltene Betrag (in dem im §. 2 erwähnten Projecte vor dem Abänderungsantrage der Revisionscommission mit 325.000 fl. beziffert) ist hiebei zu gleichen Theilen in den Aufwand für die II. und III. Section einbezogen.

§. 4. Die Bauzeit erstreckt sich:

für die Section	I	bis Ende	1888
„ „ „	I/a	„ „	1890
„ „ „	II	„ „	1890
„ „ „	III	„ „	1895.

§. 5. Die Bedeckung der Summe von 10,852.000 fl. findet in Gemässheit der §§. 5—10 des Gesetzes vom 11. September 1886 (L.-G.-Bl. Nr. 41) statt.

Die hienach von den Genossenschaften und von den in dieselben nicht einbezogenen Privat-Interessenten etwa noch zu leistenden Beträge sind während der Bauzeit (§. 4) in gleichen Jahresraten in die betreffenden Regulierungsfonde einzuzahlen, und zwar mit den Fälligkeitsterminen vom 1. Jänner und 1. Juli.

II. Einrichtung des technischen Dienstes.

§. 6. Zur Besorgung des technischen und des technisch-administrativen Dienstes u. zw. ausschliesslich dieses Dienstes bei der Etsch-Regulierung werden von der Statthalterei zwei Bauleiter mit dem nöthigen Hilfspersonale bestellt, u. zw.:

a) ein Bauleiter mit dem Sitze in Bozen für den Dienst in den Sectionen I, I/a und II und

b) ein Bauleiter mit dem Sitze in Trient für die Section III.

Das nothwendige Aufsichtspersonale nimmt unter vorläufiger Genehmigung der Statthalterei der Bauleiter auf.

Die sämmtlichen Gebüren, Bezüge und Löhnungen, sowie Regiekosten der Bauleitungen sind aus den Etsch-Regulierungsfonden zu bestreiten.

§. 7. Der Bauleiter hat die Detailprojecte, welche für die Durchführung der Etsch-Regulierung bereits vorgezeichnet sind, zu verfassen und auch sonstige Behelfe und Daten für die richtige Beurtheilung derselben beizubringen, sowie rechtzeitig auch Anträge betreffs Reductionen an schon genehmigten Arbeiten zu stellen, wenn mit den gesetzlichen Fondsmitteln das Auslangen voraussichtlich nicht gefunden werden sollte, damit die Etsch-Regulierungs-Commission (§ 18) in der Lage sei, die für das betreffende Jahr im Rahmen der verfügbaren Fondsdotationen zur Ausführung gelangenden Arbeiten anzugeben.

Diese Commission bezeichnet dem Bauleiter auch jene Bauten, welche für das künftige Jahr in Aussicht zu nehmen sind, damit derselbe über die vorzubereitenden Detailprojectierungen im Klaren sich befinde.

§. 8. Dem Bauleiter obliegt es, die von der Etsch-Regulierungs-Commission beantragten und vom hohen Ackerbauministerium genehmigten Arbeiten correct und ohne eigenmächtige Abänderung und Kostenüberschreitung zur Ausführung zu bringen; derselbe verkehrt unmittelbar mit der Statthalterei, hält dieselbe durch periodische Berichte in fortlaufender Kenntnis vom Forschritte der Arbeiten und erstattet bei allen ausserordentlichen Vorfällen sogleich und nöthigenfalls telegraphisch Anzeige.

Sollte eine Abänderung der genehmigten Projecte nothwendig fallen, so hat derselbe rechtzeitig den bezüglichen motivierten Antrag hierüber zu stellen und die Genehmigung nachzusuchen.

Dasselbe gilt für den Fall, als die Ausführung eines genehmigten Projectes Mehrkosten verursachen sollte.

Die Weisungen, welche dem Bauleiter von dem bei der Statthalterei amtierenden Etsch-Bauinspector (§. 14) gelegentlich der periodischen Flussbereisungen durch letzteren zugehen, hat der Bauleiter strenge zu beachten, bei Abänderungen an genehmigten Bauten infolge dieser Aufträge aber demungeachtet stets nach dem früher Gesagten vorzugehen.

§. 9. Der Bauleiter darf keinen Bau in Angriff nehmen, bevor er nicht vom k. k. Specialcommissär die Mittheilung erhält, dass die Vorbedingungen zur Inangriffnahme in administrativer Richtung gelöst erscheinen (§. 22).

Der Bauleiter hat übrigens nach den Bestimmungen dieser Kundmachung mit dem k. k. Specialcommissär sich in stetem Contact zu erhalten und zudem bei allen sich ergebenden technischen Fragen dem k. k. Specialcommissär als Beirath zu dienen und diesen demgemäss in seiner Amtswirksamkeit zu unterstützen, wobei möglichst die gemeinsame Verwendung des Hilfspersonales platzzugreifen hat, wohingegen auch der Specialcommissär der Bauleitung alle thunliche amtliche Unterstützung angedeihen lassen wird.

§. 10. Die Ausführung der Regulierungsarbeiten erfolgt in der Regel im Wege der öffentlichen Concurrenz. Jedoch können über Antrag und Begründung des Bauleiters von der Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse Ausnahmen zugestanden werden.

Die zu obigem Zwecke abzuhaltenden Offertverhandlungen werden jedes Jahr für die zur Ausführung bestimmten Bauten abgehalten, und es bilden die Bauten eines jeden Jahres eine Bauperiode derart, dass, wenn infolge eingetretener Verhältnisse die Bauten eines Jahres in einem und demselben Jahre nicht vollendet werden könnten, sie im nächstfolgenden Jahre fortzuführen und zu vollenden sind. In der Regel aber sollen die für ein Jahr bestimmten Bauten auch in demselben Jahre zur Vollendung gelangen und soll die zu Ausführung der Arbeiten günstigste Bauzeit so viel als möglich ausgenützt werden.

§. 11. Der Bauleiter verfasst zum Zwecke der Offertverhandlung die Bau- und Versteigerungsbedingnisse und die Baubeschreibung und legt dieselben der k. k. Statthalterei zur Genehmigung vor; er bestimmt die Offertverhandlung, eröffnet commissionell die eingelaufenen Offerte und unterbreitet den diesfälligen Antrag der k. k. Statthalterei zur Beschlussfassung.

Auf Grund derselben schliesst der Bauleiter die Bauverträge ab und legt dieselben der k. k. Statthalterei zur Ratification vor.

Der Bauleiter stellt auf Grund des Bauvertrages und der ausgeführten Arbeiten behufs Anweisung der Ratenzahlungen durch die k. k. Statthalterei unter persönlicher Haftung und Verantwortlichkeit die Ausführungscertificate aus.

§. 12. Der Bauleiter beaufsichtigt und inspiciert selbst, sowie auch durch sein technisches Hilfspersonale und durch die empirischen Aufseher die in der Ausführung begriffenen Bauten, führt durch das technische Personale die Baujournale und durch das Manipulationspersonale die Vormerkungen für jedes Bauobject besonders und für den ganzen Bau im allgemeinen.

Es vertheilt diese und alle sonstigen Arbeiten unter das ihm beigegebene Personale, überwacht dasselbe in der Ausführung seines Dienstes und ist für alle diese Dienstesverrichtungen verantwortlich.

§. 13. Der Bauleiter hat dafür zu sorgen, dass durch das ihm beigegebene technische Personale vollkommen richtige Situations- und Niveaupläne für das ganze Concurrenzgebiet der Regulierungs-Section verfasst und in denselben die durch die Regulierung hervorgerufenen Veränderungen in Evidenz gehalten werden.

Dem Bauleiter obliegt die Evidenzhaltung aller dem Regulierungsfonde gehörigen Kanzlei- und Baurequisiten, Werkzeuge und Materialien und ist derselbe verpflichtet, von den hierüber zu führenden Inventarien alljährlich am Schlusse des Jahres der Statthalterei ein Pare einzusenden.

Der Bauleiter hat Vorsorge zu treffen, dass die an den aufgestellten Pegeln ersichtlichen Wasserstände von verlässlichen Individuen täglich vorgemerkt werden. Von den hierüber verfassten Wasserstandstabellen ist während der Bau-Ausführung nach Ende eines jeden Semesters ein Pare an die k. k. Statthalterei vorzulegen.

§. 14. Die Oberleitung wird vom Statthalterei-Baudepartement durch dessen jeweiligen Vorstand geführt, welchem zur Besorgung der technischen, technisch-administrativen und ökonomischen Angelegenheiten der Etsch-Regulierung ein vom Statthalter zu ernennender Etsch-Bauinspector auf Kosten des Etsch-Regulierungsfondes beigegeben ist.

Soferne die politisch-administrativen Geschäftsstücke seitens des Administrativ-Referenten in Etsch-Angelegenheiten dem Statthalterei-Baudepartement zur Begutachtung überwiesen werden, obliegt auch die Erledigung dieser im Wege des Statthalterei-Baudepartements zuzuweisenden Geschäftsstücke dem Etsch-Bauinspector.

Der Etsch-Bauinspector untersteht in allen Etsch-Bauangelegenheiten dem Vorstande des Statthalterei-Baudepartements resp. dem Oberbauleiter, welchem er über seine gelegentlich der Inspicierung der Etsch-Bauten gemachten Wahrnehmungen und etwa getroffenen Verfügungen zu berichten und von dem er eventuell die nachträgliche Genehmigung nachzusuchen hat.

Der Etsch-Bauinspector hat die von den Bauleitungen einlaufenden Detailprojecte zu prüfen und die Vorlage derselben an die Etsch-Regulierungs-Commission zu besorgen (§. 18); er hat den ungestörten Fortgang der in Ausführung begriffenen Regulierungsarbeiten, sowie deren gute und rechtzeitige Einleitung stets im Auge zu behalten und sich von der tadellosen Ausführung dieser Arbeiten durch wiederholte Inspicierungen und Bereisungen der Flusstrecke die Ueberzeugung zu verschaffen. Bei diesen Inspicierungen hat der Etsch-Bauinspector vorzüglich auch sein Augenmerk darauf zu richten, dass die von der Etsch-Regulierungs-Commission beantragten und vom k. k. Ackerbauministerium genehmigten Arbeiten ohne eigenmächtige Abänderung seitens der Bauleiter und innerhalb des bewilligten Kostenbetrages zur Ausführung gelangen.

Von jeder wahrgenommenen eigenmächtigen Abänderung oder einer stattgehabten eventuell zu befürchtenden Kostenüberschreitung hat derselbe unverweilt der Oberleitung die Anzeige zu erstatten.

Der Etsch-Bauinspector hat für das richtige und wirksame Ineinandergreifen der Regulierungsarbeiten in den einzelnen Sectionen Sorge zu tragen; er überwacht daher die Thätigkeit der Bauleiter in allen Zweigen des Regulierungsdienstes und bringt Wahrnehmungen über etwaige Anstände sofort zur Kenntnis des Statthalterei-Baudepartements, resp. der Oberleitung, welche dann die geeigneten Schritte veranlassen wird.

§. 15. Dem Etsch-Bauinspector obliegt die Collaudierung der ausgeführten Bauten nach den bestehenden allgemeinen Normen; er wird vom k. k. Statthalterei-Baudepartement mit der Vornahme dieser Amtshandlung betraut, wobei es jedoch nicht ausgeschlossen ist, dass bei besonderen Anlässen ein anderer technischer Beamter dieses Departements, oder auch der zur Mitwirkung bei den Regulierungsarbeiten berufene Landes-Cultur-Ingenieur (§. 16) hiezu beauftragt wird.

§. 16. Zur Ueberwachung der zweckentsprechenden Durchführung der im Rahmen der Etsch-Regulierung durch die Bauleitungen zur Herstellung gelangenden Meliorationsarbeiten in

allen Bausectionen wird mit Zustimmung des Landesausschusses der Landes-Cultur-Ingenieur der k. k. Statthalterei als Hilfsorgan dienen, wobei demselben im Wege des Landesausschusses jeweilig die entsprechenden Weisungen zugehen.

Für diese Mühewaltung wird der Landes-Cultur-Ingenieur aus den Etsch-Regulierungsfonden honoriert.

§. 17. Als Hilfsorgan für die Besorgung der technisch-ökonomischen Agenden für die Etsch-Regulierung wird dem Etsch-Bauinspector ein eigener technischer Beamter beigegeben, dessen entsprechende Entlohnung aus dem Etsch-Fonde zu bestreiten ist.

§. 18. Alljährlich tritt, über Veranlassung der Statthalterei die Etsch-Regulierungs-Commission zusammen, bestehend aus:

a) einem Delegierten des Statthalterei-Baudepartements;
b) dem Etsch-Bauinspector;
c) einem Delegierten des Landesausschusses;
d) dem Bauleiter der betreffenden Section;
e) einem technischen Delegierten der Genossenschaft der betreffenden Section;
f) zwei weiteren Mitgliedern der Genossenschaft;
g) einem Vertreter der betreffenden Eisenbahn-Unternehmung (und zwar in der Section I der Bozen-Meraner-Bahn, in den Sectionen I/a, II und III der Südbahn).

Den betheiligten Ministerien, sowie der Statthalterei steht es frei, Delegierte zur Commission zu entsenden.

Die Kosten ad g) fallen der betreffenden Eisenbahn-Unternehmung zur Last, während die Kosten der übrigen Commissions-Mitglieder der Regulierungsfond der betreffenden Section zu tragen hat.

Die Sachverständigen ad e) haben Anspruch auf die den Staatsbaubeamten der VIII. Rangsclasse zukommenden Reisegebüren.

Diese Commission tritt an dem von der Statthalterei für jede Section bestimmten Orte zusammen und tagt daselbst.

Nöthigenfalls steht es der Commission zu, eine Flussstrecke oder ein bestimmtes Object zu besichtigen.

Sie bestimmt protokollarisch jenen Theil des allgemeinen Regulierungsprojectes und jene Arbeiten, welche im nächstfolgenden Jahre zur Ausführung gelangen sollen, und zwar auf Grund der von der Bauleitung beigebrachten Ergebnisse der Vorerhebungen und ausgearbeiteten Detailprojecte, und sie bezeichnet ferner von Fall zu Fall je Restringierungen an schon genehmigten Bauten (§. 2), welche vorzunehmen sind, damit mit der gesetzlich festgestellten Dotation das Auslangen gefunden werde.

Das von der Commission sectionsweise zu bestimmende Jahres-Bauprogramm darf den Rahmen der für die Section gesetzlich normierten und vom Statthalterei-Rechnungs-Departement in Evidenz gehaltenen Jahresdotation nicht überschreiten.

Stimmberechtigt sind alle vorstehenden Commissions-Mitglieder, mit Ausnahme des Bauleiters und Etsch-Bauinspectors, die sub f) aufgeführten aber nur mit informativer oder berathender Stimme.

Die Beschlüsse dieser Commission bedürfen der Genehmigung des Ackerbauministeriums, welchem das Commissionsprotokoll nach Einvernehmung des Landesausschusses vorzulegen ist.

Falls anlässlich dieser commissionellen Verhandlung mündliche oder schriftliche Einwendungen rechtlicher Natur erhoben werden sollten, sind dieselben, nachdem diese Commission nicht berufen ist, darüber zu entscheiden, sofort an den Specialcommissär zu verweisen, beziehungsweise demselben zur Amtshandlung abzutreten.

Dem Obmanne der Genossenschafts-Ausschüsse oder seinem Stellvertreter steht ebenso wie der k. k. priv. Südbahn und der k. k. priv. Bozen-Meraner Bahn selbstverständlich das Recht zu, die Bauten zu besichtigen und allfällige Bemerkungen den competenten Organen bekannt zu geben.

§. 19. Die Commission nimmt den Bericht des Bauinspectors über die ausgeführten Bauten entgegen und beantragt der Statthalterei jene Arbeiten, für welche vom Bauleiter für die nächste zusammentretende Commission die Theilprojecte vorzubereiten sein werden.

§. 20. Nach erfolgter definitiver Genehmigung des durch die technische Commission normierten Jahres-Bauprogrammes wird dasselbe sammt allen dazu gehörigen Detailprojecten und dem auf Grund dieser Detailprojecte vollständig durchgeführten Grundeinlösungs-Operate durch die Statthalterei dem Specialcommissär zur competenten Amtshandlung im Sinne der §§. 82 inclusive 86 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes abgetreten.

Dem Specialcommissär obliegt es, die Amtshandlung sogleich durchzuführen und das Ergebnis derselben der Bauleitung bekannt zu geben, worauf erst von derselben die Baueinleitungen getroffen werden können.

Im Falle als sich die Nothwendigkeit ergäbe, an dem genehmigten Bauprogramme im Laufe des Baujahres wesentliche Abänderungen zu machen, welche insbesondere auch eine Überschreitung der bezüglichen Dotation zur Folge haben würden, ist die technische Commission neuerlich zur Berathung solcher Abänderungen einzuberufen, und gelten diesbezüglich die Bestimmungen des vorstehenden §. 18. Im übrigen gilt §. 14.

III. Administrativer Etsch-Regulierungsdienst.

§. 21. Zur Besorgung aller mit der Etsch-Regulierung verbundenen administrativen Angelegenheiten I. Instanz für alle 4 Sectionen werden zwei Specialcommissäre vom Statthalter bestellt, der auch deren jeweilige Amtssitze bestimmt.

Der Wirkungskreis des Specialcommissärs ist ein zweifacher: Er hat

1. alle auf das Unternehmen der Etsch-Regulierung in politisch-administrativer und wasserrechtlicher Hinsicht bezughabenden Angelegenheiten wahrzunehmen und auf Grund der gegenwärtigen Vollzugsvorschrift durchzuführen und
2. die Genossenschaften in der Erfüllung der ihnen obliegenden Verpflichtungen zu überwachen.

Dem Specialcommissär wird zur Durchführung seiner sub 1 bezeichneten Aufgabe vom Statthalter das nöthige Hilfspersonale beigegeben und es steht dem ersteren zu, das erforderliche Manipulationspersonale innerhalb der ihm ertheilten Ermächtigung nach gepflogenem Einvernehmen mit dem Bauleiter aufzunehmen und eventuell zu entlassen.

Der Specialcommissär verhandelt und entscheidet in Streitsachen administrativer und wasserrechtlicher Natur als Organ der gesetzmässig zuständigen politischen Behörde in I. Instanz.

§. 22. Dem Specialcommissär fallen auch alle Verhandlungen und Entscheidungen über alle während der Dauer der Regulierung von Privaten in der Flusstrecke herzustellenden Wasserwerke zu, ebenso die Verhandlungen und Entscheidungen in Flossfahrt-Angelegenheiten dieser Strecke.

Bei allen diesen Verhandlungen hat der Specialcommissär vor Fällung und Entscheidung das Gutachten des Bauleiters einzuholen.

Die Verhandlungen und Entscheidungen in Wasser- und Triftangelegenheiten an den in Flussectionen mündenden Nebenbächen und Gräben bleiben in der Competenz der betreffenden Bezirkshauptmannschaften, welche jedoch verbunden

sind, vor Fällung der Entscheidung das Gutachten des Bauleiters dieser Flussection einzuholen.

Was die Diäten und Reisegebüren des Specialcommissärs bei diesen Amtshandlungen betrifft, so gelten die bestehenden Normen und insbesondere die Bestimmungen des §. 98 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870, L.-G.-Bl. Nr. 64.

§. 23. Ueber die Nothwendigkeit und das Maass der Dienstbarkeiten oder Grundabtretungen, über die Frage, welche fremde Grundstücke, Materialien u. s. w. zu Zwecken der Regulierung nothwendig sind, welche Servituten auf dem Uferlande zum Schutze der Regulierungsarbeiten und für welche Zeitdauer dieselben erforderlich sind, hat der Specialcommissär nach Einvernehmen der Bauleitung in I. Instanz zu entscheiden.

Die bleibende Erwerbung und die zeitweise Benützung von Grund und Boden zur Ausführung der Arbeiten, der Durchstiche zu Uferscarpen, Anlagen, der Dämme, für Wege, Abladungsplätze und Materialerzeugungsorte u. s. w., sowie die Gewinnung von Materialien jeder Art wird nach den einschlägigen Bestimmungen des tirolischen Wasserrechtsgesetzes stattfinden.

Ueber den Betrag der allfällig zu leistenden Entschädigungen wird vor allem mit dem Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter durch den Specialcommissär unter Intervention des Bauleiters ein gütliches Uebereinkommen anzustreben sein, welches jedoch der Genehmigung der Statthalterei bedarf.

Die Entschädigung, welche im Enteignungsfalle dem Eigenthümer aus dem Regulierungsfonde geleistet wird, besteht in der Entrichtung des gemeinen Wertes der Sache und zwar bei Gegenständen, welche bleibend erworben werden, des Capitalwertes, bei solchen, die nur vorübergehend gebraucht werden, des entsprechenden Jahresnutzens und zwar für die Dauer des Gebrauches und nach Maassgabe der Wertverminderung.

Der Betrag der Entschädigung ist, wenn darüber unter den Betheiligten ein Einverständnis nicht erzielt wird, durch den Specialcommissär zu ermitteln und auszusprechen, und wenn die Betheiligten sich dabei nicht beruhigen, durch gerichtlichen Befund mit Zuziehung der Betheiligten nach den Grundsätzen des Expropriations-Verfahrens zu bestimmen.

Es steht dem k. k. Specialcommissär sowie der Partei, welche um den Befund angesucht hat, frei, gegen die vom Richter ernannten Sachverständigen, falls ihm dieselben aus was immer für einem Grunde verwerflich oder auch nur bedenklich erscheinen, innerhalb der gesetzlichen Frist Einwendung zu erheben und um Ernennung anderer Sachverständigen zu ersuchen (§§. 263 und 264 der westgalizischen Gerichtsordnung, §§. 262 und 263 der italienischen Gerichtsordnung).

Bei Ermittlung der Entschädigung durch den Specialcommissär ist die Schätzung von demselben unter Zuziehung zweier von ihm zu ernennender und zu beeidender Schätzleute, welche bei der Sache unbetheiligt sind und weder der Gemeinde, in welcher das abzuschätzende Grundstück liegt, noch einer benachbarten betheiligten Gemeinde angehören, vorzunehmen.

Zu dieser Verhandlung sind die Betheiligten beizuziehen.

Die Ausbezahlung des ermittelten Entschädigungsbetrages erfolgt an den Eigenthümer oder dessen gesetzlichen oder gerichtlich bestellten Vertreter oder an anderweitige Bezugsberechtigte (z. B. Hypothekargläubiger des Expropriaten) unter Beobachtung des in den Ministerialverordnungen vom 8. December 1855, R.-G.-Bl. Nr. 213 und vom 27. April 1859, R.-G.-Bl. Nr. 71, vorgeschriebenen Verfahrens.

Wenn aber die Annahme verweigert wird oder sonst ein Hindernis besteht, so wird der Entschädigungsbetrag zu Gerichtshanden deponiert.

Durch Erlag des im Verwaltungswege vermittelten Entschädigungsbetrages können die betreffenden Realitäten, unbeschadet der gerichtlichen Schätzung, in Besitz genommen werden.

Die durch Verträge, Expropriationen und im Sinne des tirolischen Wasserrechtsgesetzes durch die Flussregulierung gewonnenen Gründe sind — soferne kein anderweitiges Eigenthumsrecht darauf besteht — zu vermarken und durch bücherliche Vormerkungen in Evidenz zu halten.

Die bezüglichen Urkunden sind den Verfachbüchern einzuverleiben.

§. 24. Der Specialcommissär hat nach Einvernehmen mit der Bauleitung die Veräusserung und ebenso die zeitweise Verwertung der nach §. 7 des Gesetzes vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, durch die Regulierung gewonnenen Gründe bei der Statthalterei in Antrag zu bringen, welche hierüber einverständlich mit dem Landesausschusse entscheidet.

Desgleichen obliegt dem Specialcommissär, einvernehmlich mit der Bauleitung, das zur Erhaltung der ausgeführten Regulierungswerke, sowie zur besten Verwertung der gewonnenen Gründe Erforderliche zu veranlassen.

Was aber die Anordnung schleuniger Maassregeln zur augenblicklichen Verhütung grosser Gefahr durch Ufer- oder Dammbrüche oder durch Ueberschwemmung betrifft, so wird diesbezüglich auf die Bestimmungen des §. 50 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes hingewiesen.

§. 25. Die Regelung der Concurrenzbeiträge der in die Etsch-Regulierungs-Genossenschaften einbezogenen Privat-Interessenten (§. 6 des Gesetzes vom 11. September 1886, Nr. 41) hat nach den Bestimmungen des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) zu erfolgen.

§. 26. Die Etsch-Regulierungs-Genossenschaften sind verpflichtet, die Kosten für die gesammte eigene Regie nach den Bestimmungen dieser Verordnung, den Concurrenzbeitrag für den Regulierungsfond und ebenso den Concurrenzbeitrag zur Deckung der Zinsen und Rückzahlung der Obligationen aufzubringen; jener für den Regulierungsfond ist am 1. Jänner und 1. Juli eines jeden Baujahres, jener für die Deckung der Zinsen und Rückzahlung der Obligationen stets 14 Tage vor Fälligwerden des Coupons und der Amortisationsquoten fällig.

Nach diesen Erfordernissen ist die Höhe des Beitrages vom Genossenschaftsausschusse Jahr für Jahr rechtzeitig zu bemessen und zu beschliessen.

Gedachte Concurrenzbeiträge sind rechtzeitig an den Specialcommissär abzuführen, welcher den ersteren an den Regulierungsfond, den anderen an die Zahlstelle sofort zu übermitteln hat.

Für die Besorgung dieser den Genossenschaften obliegenden Aufgaben haben dieselben die nöthigen Organe, die Kanzlei-Localitäten und Erfordernisse beizustellen; die Kosten für die im Sinne des §. 25 vorzunehmende Ausmittlung des Concurrenzgebietes, des Concurrenzmaasstabes, dann für die Herstellung des ordentlichen Catasters und der dazu gehörigen Pläne, dann die Kosten der Evidenthaltung des Catasters während der Bauzeit sind jedoch von dem Regulierungsfonde, hingegen jene für die Fortführung und Evidenthaltung des Castasters und der damit verbundenen Arbeiten nach Umlauf der Bauzeit von den Genossenschaften zu tragen, welchen die Evidenthaltung obliegt.

Der Specialcommissär ist verpflichtet, die Genossenschaften bezüglich der Erfüllung der ihnen obliegenden Aufgaben genau

zu überwachen und sich durch öftere Nachschau von der ordnungsmässigen Führung ihrer Geschäfte zu überzeugen.

§. 27. In Ausführung des vom Specialcommissär zu genehmigenden Beschlusses der Genossenschaft, betreffend die Höhe der jährlichen Concurrenzbeiträge, sind von den Genossenschaften mittelst ihrer eigenen Organe und unter analoger Anwendung der §§. 39, 50 und 53 des Gesetzes vom 23. Mai 1883 über die Evidenthaltung des Grundsteuercatasters, R.-G.-Bl. Nr. 83, die Zahlungsaufträge zu verfassen und dem Specialcommissär zur Fertigung und Uebersendung an die Steuerämter vorzulegen, welche ihrerseits die Einhebung der Beiträge in der gewöhnlichen Weise zu besorgen haben.

Die eingehobenen Beiträge sind an den Specialcommissär abzuführen und dieser hat dieselben mittels der früher genannten Organe verbuchen zu lassen und sohin im Sinne der vorausgegangenen Bestimmungen abzuführen.

Allfällige Restanten sind von den früher erwähnten Organen der Genossenschaften dem Specialcommissär behufs Einleitung und Durchführung der Execution im Sinne des §. 68 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64) bekanntzugeben.

Die für Ausfertigung der Zahlungsaufträge und für Einhebung der Beiträge, sowie der Zahlungsrückstände ergehenden Kosten sind, insoweit letztere nicht etwa gesetzlich den Parteien zur Last fallen, ebenfalls von den Genossenschaften zu tragen und im Jahrespräliminare zu berücksichtigen.

§. 28. Zur Aufnahme von Anlehen durch Ausgabe von Theilschuldverschreibungen bedürfen die Genossenschaften einer besonderen Bewilligung der Regierung, welche hiebei die Bildung und Erhaltung eines angemessenen Reservefondes zur sofortigen Deckung allfälliger Rückstände in den genossenschaftlichen Beitragsleistungen auferlegen kann.

Die näheren Bestimmungen über den Wirkungskreis der Genossenschaften und über die Art und Weise der Führung ihrer Verhandlungen sind in den betreffenden Statuten und Geschäftsordnungen, welche mit der gegenwärtigen Verordnung in Einklang zu bringen sind, enthalten.

§. 29. Der Specialcommissär ist berechtigt, den Sitzungen des Genossenschaftsausschusses beizuwohnen, und kann bei denselben jederzeit das Wort ergreifen; er ist auch berechtigt, zur rechtzeitigen Beschlussfassung über die den Genossenschaften nach dieser Verordnung obliegenden Verpflichtungen den Genossenschaftsausschuss, und zwar im Wege des Obmannes oder dessen Stellvertreters zu Sitzungen einzuberufen.

§. 30. Wenn eine Genossenschaft es unterlässt, den ihr nach dieser Verordnung obliegenden Verpflichtungen nachzukommen, so hat der Specialcommissär auf ihre Kosten das Erforderliche zu veranlassen und insbesondere, falls die Genossenschaft die Höhe der von ihr zu leistenden Beiträge nicht gehörig präliminieren sollte, in Gemässheit des §. 19 des Gesetzes vom 30. Juni 1884, R.-G.-Bl. Nr. 116, vorzugehen.

§. 31. Die Statthalterei als leitende und verwaltende Behörde ist berechtigt, auf Grundlage der von dem Bauleiter ausgestellten Ausführungs-Certificate und der gepflogenen Collaudierungen nach erfolgter Revision die liquidierten Verdienstbeträge und bedungenen Abschlagszahlungen anzuweisen, für Ausführungen im Wege der Regie Geldvorschüsse an den Bauleiter zu bewilligen, und die diesbezüglichen Rechnungen zur Auszahlung anzuweisen, sowie die Regiekosten gegen Verrechnung, die Manipulationskosten von Fall zu Fall, endlich die liquidierten Grundeinlösungs- und sonstigen Entschädigungskosten, sowie die ergangenen Commissionskosten flüssig zu machen.

§. 32. Die Statthalterei führt durch ihr Rechnungs-Departement die Verbuchung für den Fond dieser Regulierung und wird am Schlusse eines jeden Jahres dem Landesausschusse einen Rechnungsabschluss über die bewirkten Auslagen und die mit Schluss des Jahres aushaftenden Activ- und Passivreste übergeben und auf Verlangen die Einsicht in die Detailrechnungen gestatten.

Werden innerhalb zweier Monate von dem Landesausschusse Bemänglungen nicht eingebracht, so wird die Rechnung als genehmigt angesehen. Bemänglungen, welche erhoben werden, wird die Statthalterei durch Darlegung des Sachverhaltes und der Gründe zu beheben suchen, gelingt dieses nicht, so wird der Gegenstand dem k. k. Ackerbauministerium zur Entscheidung im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern vorgelegt.

Die Rechnungsabschlüsse sind übrigens auch den Genossenschaftsausschüssen und ebenso den Bauleitungen zur Kenntnisnahme mitzutheilen.

Nr. 20.

Gesetz vom 7. November 1888,

L.-G.-Bl. Nr. 37,

betreffend die Fortdauer der Bestimmungen des Gesetzes vom 15. December 1884, L.-G.-Bl. Nr. 46, bezüglich der Arbeiten zur Verbauung der Wildbäche bis zum Ablaufe der erstreckten Bauzeit.

Ueber Antrag des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Bestimmungen des Gesetzes vom 15. December 1884, L.-G.-Bl. Nr. 46, betreffend die Beitragsleistung der Interessenten zu dem auf Grund des Reichsgesetzes vom 13. März 1883, R.-G.-Bl. Nr. 31 gebildeten Regulierungsfonde, haben bezüglich der Arbeiten zur Verbauung der Wildbäche bis zum Ablaufe der nach Maassgabe des Reichsgesetzes vom 13. Juni 1888, R.-G.-Bl. Nr. 102 erstreckten Bauzeit zu gelten.

§. 2. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind meine Minister für Ackerbau und des Innern beauftragt.

Gödöllö, den 7. November 1888.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p.

Nr. 21.

Gesetz vom 27. December 1888,

L.-G.-Bl. Nr. 5,

betreffend die Einhebung einer Flussgebietsumlage zu Gunsten der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft „Passer-Eisack-Mündung" im Jahre 1889.

Ueber Antrag des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Zu Gunsten der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft „Passer-Eisack-Mündung" ist in dem gemäss §. 6, Alinea 2 des Landesgesetzes vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, betreffend die Ergänzung der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung bis Sacco, von der k. k. Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse gebildeten Flussgebiete im Jahre 1889 von der gesammten Jahresvorschreibung an directen Steuern eine Umlage von 50 Perc. des genossenschaftlichen Jahreserfordernisses mit der Einschränkung einzuheben, dass diese Umlage einschliesslich der etwa in einzelnen Theilen des Gebietes gemäss §§. 3 und 4 des Landesgesetzes vom 15. December 1884, L.-G.-Bl. Nr. 46 zu Wildbach-Verbauungszwecken zur Einhebung gelangenden Wildbach-

gebietsbeiträge nicht mehr als 20 Perc. der Jahres-Steuerschuldigkeit ausmachen darf.

Würde in Fällen, wo in denselben Gebietstheilen beide Umlagen zur Einhebung gelangen sollen, bei Einhebung derselben in ihrer vollen Höhe diese Maximalgrenze überschritten werden, so sind die beiden Umlagspercente in diesen Gebieten verhältnismässig in solchem Maasse zu mindern, dass deren Summe der Maximalgrenze von 20 Perc. der Gesammt-Steuerschuldigkeit entspricht.

§. 2. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind meine Minister für Ackerbau, des Innern und der Finanzen betraut.

Wien, am 27. December 1888.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Dunajewski m. p.

Falkenhayn m. p.

Nr. 22.

Gesetz vom 19. April 1889,

L.-G.-Bl. Nr. 17,

betreffend eine weitere Terminerstreckung für die Rückzahlung der aus Anlass der Ueberschwemmungen im Jahre 1882 für Tirol bewilligten unverzinslichen Vorschüsse.

Mit Zustimmung beider Häuser des Reichsrathes finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die Regierung wird ermächtigt, für die im Grunde des §. 9 des Gesetzes vom 13. März 1883 (R.-G.-Bl. Nr. 31), beziehungsweise der kaiserlichen Verordnung vom 26. September 1882 (R.-G.-Bl. Nr. 130) an Concurrenzen, Wassergenossenschaften, Gemeinden und Gemeindemitglieder in Tirol aus dem bewilligten Credite per 1,500.000 fl. ertheilten unverzinslichen Vorschüsse den mit dem obigen Gesetze auf den 1. Jänner 1886 festgestellten, nach dem Gesetze vom 7. Juli 1886 (R.-G.-Bl. Nr. 128) bis längstens 1. Jänner 1889 verschiebbaren Beginn der Rückzahlung, bezw. die Fortsetzung dieser Rückzahlung bis längstens 1. Jänner 1892 rücksichtlich jener Vorschussnehmer zu erstrecken, welche durch die Elementarereignisse des Jahres 1888 neuerlich betroffen wurden und in Nothlage gerathen sind.

Eine solche Erstreckung darf nur über Einschreiten der Betheiligten nach Maassgabe des constatierten wirklichen Bedürfnisses bewilligt werden.

Die Staatsverwaltung hat bei der Entscheidung über die einlangenden Erstreckungsgesuche im Einvernehmen mit dem Landesausschusse vorzugehen.

§. 2. Für die Dauer der nach §. 1 bewilligten Erstreckungen bleibt die Inanspruchnahme der Haftung des Landes für die Rückzahlung der Vorschüsse aufgeschoben.

§. 3. Eingaben, Urkunden und Amtshandlungen in Betreff der nach dem gegenwärtigen Gesetze in Verhandlung kommenden Fristerstreckungen sind von der Stempel- und Gebürenpflicht befreit,

§. 4. Mit der Durchführung dieses Gesetzes, welches mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit tritt, sind Meine Minister des Innern, des Ackerbaues und der Finanzen beauftragt.

Ischl, den 19. April 1889.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p.

Dunajewski m. p.

Nr. 23.

Gesetz vom 22. Jänner 1891,

L.-G.-Bl. Nr. 8,

betreffend die Wiederherstellung der durch die Hochwässer des Jahres 1889 beschädigten Regulierungsbauten an der Etsch in den Bausectionen I/a, II und III.

Ueber Antrag des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§. 1. Die auf 150.000 fl. veranschlagten Kosten für die Wiederherstellung und Instandsetzung der durch die Hochwässer des Jahres 1889 beschädigten Regulierungsbauten am Etsch-Flusse in den Bausectionen I/a, II und III (§. 1 des Gesetzes vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41) vertheilen sich auf dieselben wie folgt:

Section I/a	18.000 fl.
Section II	90.000 fl.
Section III	42.000 fl.

§. 2. Zu diesen Kosten leistet der Staatsschatz laut dem Gesetze vom 8. Juni 1890, R.-G.-Bl. Nr. 141, einen Betrag von 60% des nach Abzug der allfälligen, durch programmmässige Bauten nicht gebundenen Fondsüberschüsse verbleibenden thatsächlichen Bedarfes bis zum Höchstbetrage von 90.000 fl.

§. 3. Das Land gewährt einen Betrag von 36.720 fl., welcher sich auf die einzelnen Sectionen in nachstehender Weise vertheilt:

auf die Section I/a	6.120 fl.
auf die Section II	18.000 fl.
auf die Section III	12.600 fl.

Der Landesbeitrag ist sofort nach Kundmachung dieses Gesetzes flüssig zu machen.

§. 4. Für den hiernach noch unbedeckten Rest von 23.280 fl. haben die bezüglichen Etsch-Regulierungs-Genossenschaften aufzukommen, u. zw.:

in der Section I/a	1.080 fl.
in der Section II	18.000 fl.
in der Section III	4.200 fl.

Diese Beiträge sind binnen 6 Monaten nach Eintritt der Wirksamkeit dieses Gesetzes in die Regulierungsfonde einzuzahlen.

§. 5. Die zu keiner der Etsch-Regulierungs-Genossenschaften gehörende, an der Wiederherstellung und Instandhaltung der beschädigten Etsch-Regulierungsbauten jedoch interessierte k. k. priv. Südbahngesellschaft hat einen angemessenen Beitrag zu diesen Kosten zu leisten, welcher durch ein gütliches Uebereinkommen mit den genannten Genossenschaften zu vereinbaren und wenn ein solches nicht zu Stande kommen sollte, im Verwaltungswege mit Ausschluss des Rechtsweges festzustellen ist.

Dieser Beitrag ist nach Verhältnis der auf die einzelnen Sectionen laut §. 1 entfallenden Kosten unter die Genossenschaften durch den Specialcommissär zu vertheilen.

§. 6. Hinsichtlich der Durchführung dieser Wiederherstellungs- und Instandsetzungsarbeiten finden die Bestimmungen des §. 11 des Gesetzes vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, Anwendung.

§. 7. Dieses Gesetz tritt mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit.

§. 8. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Meine Minister für Ackerbau, des Innern und der Finanzen betraut.

Wien, am 22. Jänner 1891.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p.

Dunajewski m. p.

Nr. 24.

Gesetz vom 18. Jänner 1891,

L.-G.-Bl. Nr. 11,

betreffend die Erhaltung der aus den Mitteln des Fondes zur Regulierung der Gewässer in Tirol ausgeführten und noch weiter auszuführenden Bauten im Gebiete der politischen Bezirke Lienz, Bruneck, Brixen, Meran und Bozen.

Ueber Antrag des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde ich anzuordnen, wie folgt:

I. Gegenstand der Erhaltung.

§. 1. Die aus den Mitteln des Fondes zur Regulierung der Gewässer ausgeführten oder im Einvernehmen mit den Betheiligten noch auszuführenden Bauten in den obgenannten Gebieten sind nach Maassgabe der Bestimmungen dieses Gesetzes zu erhalten.

Die Erhaltung solcher Bauten, welche ihrem Zwecke nicht entsprechen sollten, oder deren Erhaltungskosten den Nutzen übersteigen, welchen sie gewähren, ist nach Anhörung sämmtlicher Betheiligten auf Grund von Gutachten von Sachverständigen durch Entscheidung des Landesausschusses im Einvernehmen mit der k. k. Regierung aufzulassen.

II. Verpflichtungen.

§. 2. Die Erhaltung der im §. 1 erwähnten Bauten obliegt:

a) den in den oberwähnten Gebieten bestehenden Wassergenossenschaften,

b) den erst zu bildenden Genossenschaften.

Die Bildung solcher Genossenschaften erfolgt entweder nach Maassgabe der Bestimmungen des Tiroler Wasserrechtsgesetzes durch freie Uebereinkunft oder auf Grund von Mehrheitsbeschlüssen der Betheiligten (§. 52 des W.-R.-G.) oder mangels einer solchen Einwilligung durch eine Entscheidung der zuständigen politischen Behörde, für welche bezüglich der Bestimmung des Genossenschaftsbereiches und des Beitragsmaasstabes die Grundsätze des §. 66 des W.-R.-G. maassgebend sind.

Zur Aenderung der Statuten und zur Auflösung der unter a) und b) erwähnten Genossenschaften ist die Zustimmung der Verwaltungsbehörde erforderlich.

Bereits bestehende Verpflichtungen anderer zur Erhaltung von Bauten werden hiedurch nicht berührt.

§. 3. Die Beitragsleistung der an den Bauten interessierten Eisenbahnen, dann Reichs- und Concurrenzstrassen jeder Art zu den Kosten der Erhaltung ist im Wege einer besonderen freiwilligen Vereinbarung zu regeln und wenn eine solche nicht zu Stande kommt, im Wege des wasserrechtlichen Verfahrens festzustellen.

§. 4. Wo Genossenschaften zu bilden sind, können in berücksichtigungswürdigen Fällen die Gemeinden vom Landesausschusse verhalten werden, die Erhaltung der in ihren Gebieten liegenden Bauten bis zur gesetzlichen Constituierung der Genossenschaft nach den Bestimmungen dieses Gesetzes zu besorgen und die hiefür erlaufenden Kosten vorschussweise gegen nachträglichen Rückersatz von den betreffenden Genossenschaften zu bestreiten.

§. 5. Das Eigenthum an den aus den Mitteln des Regulierungsfondes bewirkten Bauten und den hiefür eingelösten oder gewonnenen Gründen ist an die nach §. 2 dieses Gesetzes zur Erhaltung Verpflichteten und zwar dort, wo bereits bestehende Genossenschaften zur Erhaltung verpflichtet sind, mit dem Inslebentreten dieses Gesetzes, hingegen dort, wo Genossenschaften erst zu bilden sind, mit dem Tage ihrer gesetzlichen Constituierung zu übergeben und haben letztere dieselben in die Verwaltung und Erhaltung zu übernehmen.

III. Bestreitung der Erhaltungskosten.

§. 6. Zur Bestreitung der jährlichen Erhaltungs- und Regiekosten haben die Genossenschaften auf Grund des von ihrem technischen Aufsichtsorgane verfassten baulichen Erfordernisses jährlich ein Präliminare festzustellen und die Art und Weise der Kostenbestreitung zu beschliessen. Das Jahrespräliminare ist dem Landesausschusse rechtzeitig zur Genehmigung vorzulegen, welcher auch über die einschlägigen Beschwerden endgiltig entscheidet.

Nach Genehmigung des Präliminars erfolgt die Ausschreibung der erforderlichen Umlagen durch die Genossenschaft und die Einhebung derselben durch die Gemeindevorstehung.

Bei nicht rechtzeitiger Vorlage des Präliminars seitens einer Genossenschaft hat der Landesausschuss dasselbe festzustellen und die Ausschreibung und Einhebung der Umlagen durch die zuständige politische Behörde auf Kosten der säumigen Genossenschaft zu veranlassen.

§. 7. Behufs theilweiser Bedeckung der jährlichen Erhaltungs- und Regiekosten ist in jedem der von der Landescommission für die Regulierung der Gewässer auf Grund des Gesetzes vom 15. December 1884 (L.-G.-Bl. Nr. 46) festgestellten Flussgebiete vom Inslebentreten dieses Gesetzes an jährlich ein Beitrag aller Steuerträger durch entsprechende Umlage auf deren Gesammtvorschreibung der directen Steuer einzuheben; doch darf dieser Beitrag nicht 30 Percent der erwähnten Kosten und nicht 10 Percent der Jahresschuldigkeit an directen Steuern übersteigen.

Die Ausschreibung dieser Umlage obliegt der politischen Behörde des betreffenden Flussgebietes und insoferne das Flussgebiet über mehrere politische Bezirke sich erstreckt, der politischen Behörde jenes Bezirkes, in welchem der grössere Theil des Flussgebietes gelegen ist.

Zu diesem Zwecke sind der zuständigen politischen Behörde die genehmigten Präliminarien zu übermitteln, nach deren Gesammtsumme die Festsetzung der Gebietsumlage erfolgt, die Vertheilung derselben unter die zur Erhaltung verpflichteten Genossenschaften bezw. Gemeinden geschieht nach Maassgabe der einzelnen Präliminarien.

Jeder Gemeindevorstehung im Flussgebiete steht das Recht der Einsichtnahme in die Präliminarien der Genossenschaften des Flussgebietes und des Recurses gegen dieselben binnen 14 Tagen an den Landesausschuss zu.

Allfällige Staats- und Landesbeiträge sind nach Maassgabe des erlittenen Schadens unter die zur Erhaltung Verpflichteten (§§. 2 und 4) aufzutheilen.

Die Flussgebietsumlage wird mit den landesfürstlichen Steuern von den mit deren Einhebung betrauten Organen unter Mitwirkung der Gemeindevorstehungen hereingebracht.

Dieselbe ist, insoweit sie Grund und Hausbesitz betrifft, eine Grundlast und es findet auf sie die Bestimmung des §. 61 des Gesetzes vom 28. August 1870, L.-G.-Bl. Nr. 64, sinngemässe Anwendung.

In jenen Theilen des Flussgebietes, in welchen gleichzeitig auch andere solche Beträge zur Einhebung gelangen, darf deren Gesammtsumme jenen Percentsatz in directen Steuern nicht überschreiten, welcher den höchsten Percentsatz der concurrierenden Flussgebiete ausmacht.

Würde diese Maximalhöhe überschritten, so sind die auf dieselbe herabzumindernden Umlagen der Flussgebiete den in Frage kommenden Umlagszwecken nach dem Verhältnisse der angesprochenen Flussgebietsbeiträge zuzuwenden.

IV. Aufsicht und Leitung.

§. 8. Die ständige Aufsicht über die Bauten und Flussläufe, dann die Projectierung, Präliminierung und Leitung der Erhaltungsarbeiten ist von technischen Organen der Genossenschaften zu besorgen.

Zum wirkungsvollen Eingreifen bei Elementarereignissen ist die Bildung von Wasserwehren anzustreben, welche in Ausübung ihres Dienstes den vorerwähnten technischen Organen unterstehen.

V. Uebertretungen und Strafen.

§. 9. Alle Handlungen und Vorkehrungen in und ausserhalb der Gewässer, wodurch die Bauten irgendwie in ihrem Bestande gefährdet oder ihrer eigentlichen Bestimmung entzogen werden, oder wodurch der durch sie beabsichtigte Zweck beeinträchtigt werden könnte, mögen dieselben von den zur Erhaltung Verpflichteten oder anderen ausgehen, sind verboten.

Anlagen an und in Gewässern sind in einem solchen Stande zu erhalten und so zu benützen, dass sie die vorerwähnten Folgen nicht nach sich ziehen können. Die Bewirtschaftung der Dämme und Vorländer darf nur unter den durch den Regulierungszweck gebotenen Einschränkungen erfolgen.

Es steht der politischen Behörde zu, nach Einvernehmen der betreffenden Genossenschaften für die Erhaltung und Benützung solcher Anlagen die geeigneten Vorschriften zu erlassen.

Jedes an den Bauten oder in der betreffenden Flusstrecke wahrgenommene Gebrechen, sowie die Vornahme verbotener Handlungen und Vorkehrungen, desgleichen die Vernachlässigungen der in Alinea 2 normierten Obliegenheiten haben die zur Erhaltung Verpflichteten unverweilt der politischen Behörde zur Anzeige zu bringen.

Dieselbe Pflicht obliegt den öffentlichen Sicherheitsorganen.

§. 10. Die zur Erhaltung Verpflichteten haben für die Reinhaltung der Flussgerinne vom Holze Sorge zu tragen; im Falle der Vernachlässigung dieser Obliegenheit hat die politische Behörde nach fruchtloser Aufforderung die Reinhaltung auf Kosten der Verpflichteten zu bewirken.

§. 11. Uebertretungen der Bestimmungen dieses Gesetzes sind, insoferne sie nicht unter das allgemeine Strafgesetz fallen, von der zuständigen politischen Behörde mit Geldstrafen von 5—300 fl. oder mit Arrest von einem Tage bis zu zwei Monaten zu bestrafen.

In besonders rücksichtswürdigen Fällen können Uebertreter dieses Gesetzes, wenn sie bisher unbescholten waren, mit einem protokollarischen Verweise bestraft werden.

Die Geldstrafen fliessen in den Fond jener Genossenschaft, in deren Gebiete die Uebertretung begangen wurde.

Im übrigen gelten hinsichtlich der Verjährung, der Strafumwandlung bei Zahlungsunfähigkeit, der Beseitigung von Neuerungen und der Entschädigung die Bestimmungen der §§. 71, 72 und 74 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes (L.-G.-Bl. Nr. 64 ex 1870).

VI. Competenz-Bestimmungen.

§. 12. Alle Amtshandlungen und Feststellungen, welche sich aus diesem Gesetze ergeben, gehören, insoferne sie nicht dem Landesausschusse vorbehalten sind, in den Wirkungskreis der politischen Behörden. Hiebei ist jene politische Behörde zuständig, in deren Bezirk sich das Object der zu pflegenden Amtshandlung befindet.

Erstreckt sich dieses Object auf mehrere politische Bezirke, so ist jene politische Behörde zuständig, in deren Bezirk der grössere Theil desselben gelegen ist; dieselbe hat jedoch im Einvernehmen mit den Behörden der anderen betheiligten Bezirke vorzugehen.

§. 13. Gegen die Entscheidung der politischen Bezirksbehörde steht binnen 14 Tagen die Berufung an die Statthalterei, gegen die Entscheidung der letzteren an das Ackerbauministerium, wenn dieselbe aber gegen ein Straferkenntnis gerichtet ist, an das Ministerium des Innern offen. Die Berufung hat bei Gefahr im Verzuge, worüber die politische Bezirksbehörde endgiltig entscheidet, keine aufschiebende Wirkung.

Gegen eine in zweiter Instanz bestätigte Entscheidung, welche einen Auftrag zur Vornahme von Reparaturen enthält oder die Erhaltung des bisherigen Zustandes der Regulierungsbauten bezweckt, findet eine weitere Berufung nicht statt.

VII. Allgemeine Bestimmungen.

§. 14. Soweit durch dieses Gesetz nichts Anderes bestimmt wird, gelten die einschlägigen Bestimmungen des tirolischen Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870 (L.-G.-Bl. Nr. 64).

§. 15. Dieses Gesetz tritt mit dem Tage seiner Kundmachung in Wirksamkeit.

§. 16. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Meine Minister des Innern, des Ackerbaues und der Justiz betraut.

Wien, am 18. Jänner 1891.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Schönborn m. p. Falkenhayn m. p.

Nr. 25.

Gesetz vom 29. Jänner 1891,
L.-G.-Bl. Nr. 14,

betreffend die Erhaltung der Etsch-Regulierungs- und Meliorierungsbauten von der Passer- bis zur Eisack-Mündung und des anschliessenden rechtsseitigen Eisack-Dammes.

Ueber Antrag des Landtages Meiner gefürsteten Grafschaft Tirol finde Ich zu verordnen, wie folgt:

§. 1. Die Erhaltung der auf Grund der Gesetze vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 23 und 24 und vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, ausgeführten Etsch-Regulierungsbauten von der Passer-Mündung bis 650 *m* unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes an der Eisack-Mündung einschliesslich der Hauptabzugsgräben, ferner des Separationswerkes an der Eisack-Mündung und des sich flussaufwärts daran anschliessenden rechtsseitigen Eisack-Dammes bis 50 *m* unterhalb der Abzweigung der k. k. priv. Bozen-Meraner-Bahn vom Eisack-Damme, hat vom Tage der Geltung dieses Gesetzes nach Maassgabe der Bestimmungen desselben zu geschehen.

§. 2. Die k. k. priv. Bozen-Meraner-Bahn hat die Erhaltung der Etsch-Regulierungsbauten am linken Etsch-Ufer von der Marlinger-Brücke bis zur Abzweigung der Bahn vom Etsch-Damme bei Siegmundskron einschliesslich jener Uferbauten, wo die Bahn dermalen nicht unmittelbar längs des Ufers geführt ist, sowie der Binnendämme beim Ferstlerhofe und beim Gargazoner Bache zu übernehmen. Zur Erhaltung der übrigen Etsch-Regulierungsbauten von der Passer-Mündung bis 650 *m* unterhalb des Endpunktes des Separationswerkes und des anschliessenden rechtsseitigen Eisack-Dammes bis 50 *m* unterhalb der Abzweigung der k. k. priv. Bozen-Meraner-Bahn von diesem Damme, endlich der Hauptzugsgräben ist die Genossenschaft (§. 6) verpflichtet.

Dementsprechend haben die genannte Bahn und ebenso die Genossenschaft das erforderliche technische Personal auf eigene Kosten beizustellen und zu erhalten. Allfällige Staats-

und Landesbeiträge sind nach Maassgabe der jeweilig in den beiderseitigen Erhaltungsstrecken auflaufenden Kosten zwischen der Bahn und der Genossenschaft zu theilen.

§. 3. Die Beitragsleistung des Staates und des Landes für deren Liegenschaften und Anlagen im Concurrenzgebiete, sowie die Beitragsleistung der Neufeld- und Herrschaftsleege bezüglich des Eisack-Separationswerkes sammt dem anschliessenden Eisack-Damme — zu den Erhaltungskosten, ist im Wege einer besonderen freiwilligen Vereinbarung mit der Genossenschaft (§. 6) zu regeln, und wenn eine solche nicht zu Stande kommt, im Verwaltungswege mit Ausschluss des Rechtsweges festzustellen.

Diese Concurrenzbeiträge fliessen in die Genossenschaftscassa.

§. 4. Eine weitere Verpflichtung zu einem Betrage seitens des Staates, des Landes, der k. k. priv. Bozen-Meraner-Bahn und der Neufeld- und Herrschaftsleege ausser den in den §§. 2 und 3 festgesetzten Verpflichtungen, insbesondere zu einem Beitrage zur genossenschaftlichen Bauschuld oder aus was immer für einem sonstigen Titel ist ausgeschlossen.

§. 5. Zur leichteren Bedeckung des Jahreserfordernisses der Genossenschaft einschliesslich der zur Verzinsung und Tilgung der Bauschuld nothwendigen Beiträge ist in dem gemäss §. 6, Alinea 2 des Landesgesetzes vom 11. September 1886, L.-G.-Bl. Nr. 41, von der k. k. Statthalterei im Einvernehmen mit dem Tiroler Landesausschusse gebildeten Flussgebiete von der gesammten Jahresvorschreibung an directen Steuern eine Umlage von 35% des genossenschaftlichen Jahreserfordernisses mit der Einschränkung einzuheben, dass diese Umlage einschliesslich der etwa in einzelnen Theilen des Gebietes gemäss den §§. 3 und 4 des Landesgesetzes vom 15. December 1884, L.-G.-Bl. Nr. 46, zu Wildbachverbauungszwecken und zufolge des Landesgesetzes vom 18. Jänner 1891, L.-G.-Bl. Nr. 11, zur Erhaltung der Gewässer-Regulierungsbauten in diesem Gebiete hiefür zur Einhebung gelangenden Beiträge nicht mehr als 10% der Jahresschuldigkeit ausmachen darf, wobei in den Gemeinden Vöran und Mölten nur die Hälfte ihrer Steuerschuldigkeit als Maasstab der Berechnung des Umlagspercentes genommen werden darf. Würde in Fällen, wo in demselben Gebiete die vorerwähnten Umlagen mehrfach zur Einhebung gelangen, bei Einhebung derselben in ihrer vollen Höhe diese äusserste Grenze überschritten werden, so sind die auf diese Grenze herabzumindernden Umlagsbeträge den in Frage kommenden Umlagszwecken zu gleichen Theilen zuzuwenden.

Die in das Flussgebiet einbezogenen Gemeinden entsenden in den Erhaltungs-Genossenschaftsausschuss (§. 6) als ordentliche Mitglieder desselben eine ihrem Beitrage zum genossenschaftlichen Jahreserfordernisse entsprechende Anzahl von Vertretern.

§. 6. Die Genossenschaft führt den Namen „Etsch-Regulierungs-Erhaltungsgenossenschaft Passer-Eisack-Mündung.“

Alle Rechte und Verbindlichkeiten der Baugenossenschaft „Passer-Eisack-Mündung,“ insbesondere bezüglich der Verzinsung und Tilgung der Anlehensschuld, gehen auf die neue Erhaltungsgenossenschaft über.

Die neuen Genossenschaftsstatuten, in welchen für die Vertretung des Flussgebietes (§. 5 Al. 3) Vorsorge zu treffen ist, sind von dem ausser Function tretenden Genossenschaftsausschusse zu entwerfen und der k. k. Statthalterei zur Genehmigung im Einvernehmen mit dem Tiroler Landesausschusse vorzulegen.

Sollten diese Statuten 6 Monate nach Kundmachung dieses Gesetzes nicht vorgelegt sein, so wird die k. k. Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse dieselben feststellen.

Bis zur Constituierung des neuen Genossenschaftsausschusses hat der Ausschuss der abtretenden Baugenossenschaft im Amte zu verbleiben.

Die Wahl des Obmannes und seines Stellvertreters, sowie der Ausschussmitglieder und deren Ersatzmänner erfolgt in der im Genossenschaftsstatute näher zu bezeichnenden Weise.

Hinsichtlich der Annahme der Wahl zum Obmann, Obmannstellvertreter, zum Ausschussmitglied oder Ersatzmann finden die Bestimmungen des §. 19 der Gem.-Ordn. vom 9. Jänner 1886, L.-G.-Bl. Nr. 1, mit der Aenderung Anwendung, dass die allfälligen Geldstrafen in die Genossenschaftscassa fliessen.

Die Revision des Concurrenzcatasters erfolgt in sinngemässer Anwendung des §. 41 des Gesetzes vom 24. Mai 1869, R.-G.-Bl. Nr. 88, betreffend die Regelung der Grundsteuer, alle 15 Jahre, oder auch in kürzeren Zeiträumen, wenn eine solche vom Genossenschaftsausschusse beschlossen wird.

§. 7. Die genossenschaftlichen Beiträge sowie die Flussgebietsumlage sind von den Steuerämtern gleich den landesfürstlichen Steuern unter Mitwirkung der Gemeindevorsteher auf Grund des genossenschaftlichen Jahrespräliminares einzuheben.

Wenn die Genossenschaft es unterlässt, für die Erfüllung ihrer Verbindlichkeiten einschliesslich der Leistungen zur Verzinsung und Tilgung ihrer Bauschuld auf statutenmässigem Wege rechtzeitig vorzusorgen, kann die Verwaltungsbehörde die zur Erfüllung der genossenschaftlichen Verbindlichkeiten nothwendigen Beträge auf den in den genossenschaftlichen Verband eingezogenen Grundbesitz nach den für die Genossenschaft geltenden Bestimmungen umlegen.

§. 8. Die beweglichen und unbeweglichen Sachen, welche dem Etsch-Regulierungsfonde der I. Bausection gehören, mit Ausnahme der durch das Etsch-Regulierungs-Unternehmen gewonnenen oder eingelösten, für den Erhaltungsdienst nicht benöthigten Gründe und der allfälligen Ueberschüsse des Fondes, gehen nach Auflösung dieses Fondes mit allen Rechten und Lasten in das Eigenthum der Genossenschaft über, jedoch mit der dauernden Widmung für den Erhaltungsdienst.

Die vorerwähnten allfälligen Fondsüberschüsse sind zur projectmässigen Vollendung des Bauprogrammes für die I. Section zu verwenden.

Der Uebergang des Eigenthums der Vermögensobjecte an die Genossenschaft erfolgt in dem von der k. k. Statthalterei im Einvernehmen mit dem Tiroler Landesausschusse festzustellenden Zeitpunkte der Auflösung des Regulierungsfondes.

Die Realinstanz hat die ihr von der k. k. Statthalterei zukommenden Ausweise über den in das Eigenthum der Genossenschaft übergehenden unbeweglichen Besitz ohne weiters zu verfachen.

§. 9. Die Mitglieder des Genossenschaftsausschusses und die Gemeindevorsteher sind verpflichtet, die in ihrem Wahlbezirke bezw. Gemeindegebiete gelegenen Regulierungs- und Meliorierungsbauten an der Etsch und den Hauptabzugsgräben zu überwachen, bei vorkommenden Beschädigungen dieser Bauten, bei Uebertretungen der Flusspolizeivorschriften (§. 11), dann bei drohenden Gefahren sofort der Genossenschaft bezw. der k. k. priv. Bozen-Meraner-Bahn die Anzeige zu erstatten. Bei Gefahr im Verzuge haben die Gemeindevorsteher unter Beihilfe der freiwillig oder im Verwaltungswege auf Grund des §. 78 der Gem.-Ordn. vom 9. Jänner 1866 zu bildenden Wasserwehren vorläufig die nöthigsten Vorkehrungen zu veranlassen.

§. 10. Die auszuführenden Erhaltungsarbeiten unterliegen, insoweit es sich nicht um einfache Wiederherstellung des früheren Zustandes handelt, dem wasserrechtlichen Verfahren

im Sinne des Gesetzes vom 28. August 1870, L.-G.-Bl. Nr. 64, bezw. der Verordnung des k. k. Handelsministeriums vom 25. Jänner 1879, R.-G.-Bl. Nr. 19, jedoch unbeschadet des Beginnes und der Fortsetzung des Baues im Falle von Gefahr im Verzuge.

§. 11. Alle Handlungen und Vorkehrungen in- und ausserhalb des Etsch-Flusses oder der Hauptabzugsgräben, wodurch die Regulierungsbauten in der Flusstrecke, auf welche sich dieses Gesetz bezieht, oder die Hauptabzugsgräben im Genossenschaftsgebiete irgendwie in ihrem Bestande gefährdet oder beschädigt oder ihrer eigentlichen Bestimmung entzogen werden, oder wodurch der durch sie beabsichtigte Zweck beeinträchtigt werden könnte, sind verboten.

Alle Anlagen am und im Flusse und in den Hauptabzugsgräben sind in einem solchen Zustande zu erhalten und so zu benützen, dass sie die vorerwähnten Folgen nicht nach sich ziehen können.

Die Bewirtschaftung der Dämme und Vorländer, dann die Streunutzung in den Abzugsgräben darf nur unter den durch den Regulierungszweck gebotenen Einschränkungen erfolgen.

§. 12. Uebertretungen der im vorstehenden Paragraph enthaltenen Bestimmungen sind, insoweit dieselben nicht unter das allgemeine Strafgesetz fallen, von der zuständigen politischen Behörde mit einer Geldstrafe von 5—300 fl. oder mit einer Freiheitsstrafe von einem Tage bis zu zwei Monaten zu ahnden.

Die Geldstrafen fliessen in die Genossenschaftscassa.

Im übrigen gelten hinsichtlich der Verjährung, dann der Strafumwandlung bei Zahlungsunfähigkeit, der Beseitigung von Neuerungen und der Entschädigungen die Bestimmungen der §§. 71, 73 und 74 des Tiroler Wasserrechtsgesetzes vom 20. August 1870.

§. 13. Dieses Gesetz tritt mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit.

§. 14. Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Meine Minister für Ackerbau, des Innern, des Handels und der Justiz betraut.

Wien, am 29. Jänner 1891.

Franz Joseph m. p.

Taaffe m. p. Falkenhayn m. p.

Bacquehem m. p. Schönborn m. p.

Nr. 26.

Statut für die Wassergenossenschaft zur Regulierung des Etsch-Flusses von Gmund bis Masetto.

Von der Genossenschaft.

§. 1. Zum Zwecke der Regulierung der Etsch-Strecke von Gmund bis Masetto, beziehungsweise von der Gmunder bis an die St. Micheler Eisenbahnbrücke auf Grundlage des im Jahre 1875 ausgearbeiteten, die Kosten auf 1,081.000 fl. veranschlagenden Projectes wird im Sinne des Landesgesetzes vom 23. April 1879, L.-G.-Bl. Nr. 25, eine gemeinsame Wassergenossenschaft gebildet.

§. 2. Diese Wassergenossenschaft führt den Titel: „Etsch-Regulierungs-Genossenschaft Gmund-Masetto."

Vom Genossenschaftsgebiete.

§. 3. Die Gesammtheit der Realitäten, von denen durch die gegenständliche Regulierung zu besorgender Schade aboder denen irgend ein Nutzen zugewendet wird, bildet das Concurrenzgebiet der Genossenschaft und erstreckt sich dasselbe auf Grund des generellen Projectes und nach Maassgabe der Vollzugsvorschrift zum Gesetze vom 23. April 1879, Nr. 25, über die Gemeindegebiete von: Branzoll; Auer; Neumarkt-Laag, Salurn, Montan, St. Michele, Faëdo, Grumo, Deutsch-Metz, Eichholz, Kurtatsch, Margreid, Kurtinig, Tramin, Pfatten und Kaltern.

Jeder, welcher eine in das Concurrenzgebiet einbezogene Realität besitzt, wird Mitglied der Genossenschaft und ist zu den aus diesem Verhältnisse entspringenden Leistungen verpflichtet.

Diese Verpflichtung ist eine Grundlast, welche bis zum Betrage dreijähriger Rückstände den Vorrang vor anderen Reallasten unmittelbar nach den landesfürstlichen Steuern und öffentlichen Abgaben hat. (§. 61 des Wasserrechtsgesetzes vom 28. August 1870, L.-G.-Bl. Nr. 64.)

Von der Durchführung der Regulierung.

§. 4. Die Durchführung der Regulierung und die Verwaltung des Regulierungsfondes übernimmt der Staat.

Die näheren Bestimmungen enthält die Vollzugsvorschrift vom 15. October 1879 (L.-G.-Bl. Nr. 49).

Vom k. k. Specialcommissär.

§. 5. Für die politisch-administrativen Verhandlungen wird von der k. k. Statthalterei im Einvernehmen mit dem Landesausschusse ein Specialcommissär delegiert, welcher als Organ der gesetzmässig competenten, politischen Behörde fungiert. (§. 76 des W.-R.-G. und §. 11 der Vollzugsvorschrift.)

Von der Genossenschaftsvertretung.

§. 6. Die Genossenschaft wird repräsentiert durch den Genossenschaftsausschuss, dessen Wahl durch gewählte Wahlmänner zu geschehen hat.

Bildung des Genossenschaftsausschusses.

§. 7. Die Zahl der zur Wahl des Genossenschaftsausschusses berufenen Wahlmänner wird auf 47 festgesetzt, welche sich auf die Gemeinden des Concurrenzgebietes vertheilen, wie folgt:

Es wählen nämlich die Genossen:

a) der Gemeinde Pfatten 2 Wahlmänner.
b) „ „ Branzoll 1 „
c) „ „ Auer 4 „
d) der Gemeinden:
Montan, Neumarkt-Laag zusammen . . 4 „
e) der Gemeinde Salurn 6 „
f) „ „ Faëdo 1 „
g) der Gemeinden:
Grumo und St. Michele zusammen . . 1 „
h) der Gemeinde Deutsch-Metz 5 „
i) „ „ Eichholz 2 „
l) „ „ Kurtinig 2 „
m) „ „ Margreid 3 „
n) „ „ Kurtatsch 4 „
o) „ „ Tramin 4 „
p) „ „ Kaltern 8 „

Von der Wahl der Wahlmänner.

§. 8. Die Wahl der Wahlmänner erfolgt gemeindeweise in der Art, dass die Genossen jeder Gemeinde abgesondert die auf sie entfallende Zahl der Wahlmänner wählen.

§. 9. Der Wahltag und Wahlort für jede Gemeinde werden von dem k. k. Specialcommissär bestimmt.

Von dem Wahlrechte und der Wählbarkeit.

§. 10. Das Wahlrecht kann persönlich oder durch ordnungsmässig bestellte Bevollmächtigte ausgeübt werden.

Bevollmächtigte müssen jedoch selbst Mitglieder der Genossenschaft sein.

Ein Bevollmächtigter kann ausser dem eigenen, nur noch namens dreier Mitglieder das Wahlrecht ausüben.

Oeffentliche Fonde, Corporationen, Vereine und Gesellschaften üben ihr Wahlrecht im Sinne der §§. 5 und 6 der Gemeinde-Wahlordnung aus.

Frauen und nicht eigenberechtigte Personen wählen durch ihre gesetzlichen Vertreter.

In das Wahllocale ist nur den Genossen der Zutritt gestattet.

Die Ausübung des Wahlrechtes erfolgt mittelst Stimmzettel nach Vorschrift der Gemeinde-Wahlordnung.

Wahlmodus und Stimmenzählung.

§. 11. Die Wahlmänner werden durch eine nach §. 55 des Wasserrechtsgesetzes — nach der Grösse der betheiligten Grundflächen — zu berechnende Stimmenmehrheit gewählt.

Ergibt sich keine absolute Stimmenmehrheit, so entscheidet die engere Wahl und bei Stimmengleichheit das Los.

Als Wahlmänner können nur Genossen männlichen Geschlechts gewählt werden, welche das 24. Lebensjahr zurückgelegt haben, im Vollgenusse der bürgerlichen Rechte sich befinden und auf welche die §§. 3 und 11 der Gemeinde-Wahlordnung keine Anwendung finden.

Reclamationen, Wahlprüfung und Recurse.

§. 12. Die Entscheidung über Reclamationen, welche das Wahlrecht (die Wählerlisten) betreffen, steht dem k. k. Specialcommissär zu.

Beschwerden und Recurse über den Wahlvorgang sind binnen 8 Tagen nach dem Vollzuge des Wahlactes zulässig und im Wege des Specialcommissärs an die k. k. Statthalterei zur endgiltigen Entscheidung zu leiten.

Wahlrecht der Wahlmänner.

§. 13. Das Wahlrecht der Wahlmänner bleibt durch ein Jahr aufrecht; nach Ablauf dieser Frist wird durch den Specialcommissär eine Neuwahl angeordnet.

Ausschreibung der Wahlmännerwahlen.

§. 14. Die Ausschreibung der Wahlmännerwahlen erfolgt durch den k. k. Specialcommissär mindestens 14 Tage vor der Vornahme des Wahlactes in den Amtsblättern des deutschen und italienischen Landestheiles.

Zum Vollzuge der Wahl des Genossenschaftsausschusses treten die Wahlmänner über Berufung des Specialcommissärs in der Stadt Bozen zusammen.

Vom Genossenschaftsausschusse. — Sitz desselben.

§. 15. Der Genossenschaftsausschuss bildet im Sinne des §. 57 des Wasserrechtsgesetzes die ständige Vertretung (Vereinsleitung) der Genossenschaft behufs Besorgung der genossenschaftlichen Geschäfte und hat seinen Sitz in der Stadt Bozen.

Dieser Genossenschaftsausschuss besteht aus zweiundzwanzig Mitgliedern und ebenso vielen Ersatzmännern und wird durch die Wahlmänner nach Vertheilung in Gruppen gewählt.

Gruppenbildung.

Zu diesem Zwecke werden sämmtliche Gemeinden des Concurrenzgebietes in nachstehenden 8 Gruppen vereiniget, nämlich:

I. Gruppe: Branzoll und Auer.
II. „ Montan und Neumarkt-Laag.
III. Gruppe: Salurn und Eichholz.
IV. „ Faëdo, Grumo, St. Michele und Deutsch-Metz.
V. „ Kurtinig und Margreid.
VI. „ Kurtatsch.
VII. „ Tramin.
VIII. „ Kaltern und Pfatten.

Es entfallen und sind von den Wahlmännern zu wählen:

Für die	I. Gruppe	2	Ausschussmitglieder.
„ „	II. „	2	„
„ „	III. „	4	„
„ „	IV. „	3	„
„ „	V. „	2	„
„ „	VI. „	2	„
„ „	VII. „	2	„
„ „	VIII. „	5	„

Bei der Wahl jedes Ausschussmitgliedes wird in gleicher Weise dessen Ersatzmann gewählt.

Die Ausübung des Wahlrechtes erfolgt mittelst Stimmzettel.

Wählbarkeit.

§. 16. Als Ausschussmitglieder oder Ersatzmänner wählbar sind nur solche Personen, welche im Sinne dieses Statuts (§§. 10, 11) als Wahlmänner wählen und gewählt werden können.

Wahlmodus für den Genossenschaftsausschuss.

§. 17. Die Wahl erfolgt nach Köpfen durch absolute Stimmenmehrheit der anwesenden Wahlmänner.

Ergibt sich keine absolute Stimmenmehrheit, so entscheidet die engere Wahl und bei Stimmengleichheit das Los.

Wahlprüfung und Recursrecht.

§. 18. Die Prüfung des Wahlactes für den Genossenschaftsausschuss ist eine Angelegenheit des Ausschusses selbst und gegen dessen Entscheidung nur der Recurs an die k. k. Statthalterei zulässig.

Functionsdauer des Genossenschaftsausschusses.

§. 19. Die Amtsdauer der Mitglieder des Genossenschaftsausschusses währt vier Jahre in der Art, dass alle zwei Jahre der Austritt und die Neuwahl der Hälfte derselben erfolgt.

Das erstemal wird nach Verlauf von zwei Jahren der Austritt durch das Los bestimmt.

Der Obmann ist jedoch von dieser ersten Auslosung ausgenommen, und verbleibt durch alle 4 Jahre im Amte.

Mit den Ausschussmitgliedern treten auch die betreffenden Ersatzmänner aus.

Die ausgetretenen Ausschussmitglieder und Ersatzmänner sind jedoch wieder wählbar.

Obmann und Obmannstellvertreter.

§. 20. Der Genossenschaftsausschuss wählt aus seiner Mitte durch absolute, nach Köpfen zu berechnende Stimmenmehrheit den Obmann, welcher die Genossenschaft nach aussen vertritt, bei den Ausschussitzungen den Vorsitz führt und sogleich dem k. k. Specialcommissär anzuzeigen ist.

Ergibt sich bei diesem Wahlacte keine Stimmenmehrheit, so entscheidet die engere Wahl und bei Stimmengleichheit das Los.

In gleicher Weise wählt der Ausschuss aus seiner Mitte ein Mitglied, welches den Obmann im Verhinderungsfalle zu vertreten hat.

§. 21. Die Ausschussbeschlüsse werden durch den Obmann oder dessen Stellvertreter ausgeführt.

Die Correspondenz des Obmannes mit den Staats- und Landesbehörden erfolgt unmittelbar; die des Obmannstellvertreters durch Vermittlung des k. k. Specialcommissärs.

Alle Urkunden, welche in Angelegenheiten der Genossenschaft ausgestellt werden, müssen vom Obmanne und zwei Ausschussmitgliedern gefertigt sein.

§. 22. Dem k. k. Specialcommissär steht es frei, so oft er es für angezeigt hält, den Ausschussitzungen beizuwohnen, und es obliegt demnach dem Obmanne, Tag und Stunde der abzuhaltenden Sitzung dem k. k. Specialcommissär rechtzeitig bekannt zu geben.

Jedenfalls sind die gefassten Beschlüsse unverzüglich dem k. k. Specialcommissär mitzutheilen.

Obliegenheiten und Rechte des Genossenschaftsausschusses.

§. 23. Dem Genossenschaftsausschusse obliegt:

a) Auf Grund des §. 60 des tirolischen Wasserrechtsgesetzes die Vertheilung der Kosten nach §. 66 desselben Gesetzes vorzunehmen.
b) Die Evidenzhaltung des bei ihm vorliegenden Catasters.
c) Die Einhebung der Concurrenzbeiträge.
d) Die Berathung der Art und Weise der Beschaffung der allenfalls noch weiter nöthigen Geldmittel.
e) Die rechtzeitige Abfuhr der Jahresbetreffnisse an die k. k. Statthalterei.
f) Die Cassagebarung.
g) Die Jahresrechnung der k. k. Statthalterei zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen.

Der Genossenschaftsausschuss ist befugt:

1. Das ihm nöthige Hilfspersonale unter Genehmigung der k. k. Statthalterei aufzunehmen.

2. Zu den jährlichen bautechnischen Commissionen zwei Vertreter mit berathender Stimme zu entsenden. (§. 15 der Vollzugsvorschrift.)

3. Bei den gütlichen Verhandlungen über Grundeinlösungen und Grundentschädigungen durch einen Vertreter zu intervenieren.

4. Zwei Sachverständige mit entscheidender Stimme in die Commission zur Feststellung des Concurrenzbeitrages zu wählen.

5. Den von der k. k. Statthalterei jährlich zu legenden Rechnungsabschluss innerhalb zweier Monate nach Zustellung desselben zu bemängeln.

Ausschussversammlungen.

§. 24. Der Genossenschaftsausschuss tritt nach Maassgabe des Bedürfnisses, in der Regel jeden Monat einmal zusammen.

Die Berufung der Ausschussmitglieder respective deren Ersatzmänner zu einer Versammlung erfolgt durch den Obmann oder dessen Stellvertreter.

Jede Versammlung, der eine solche Berufung nicht zu Grunde liegt, ist ungesetzlich und es sind die gefassten Beschlüsse ungiltig.

Der Obmann muss den Ausschuss zu einer Versammlung berufen, wenn es wenigstens von einem Drittheile der Mitglieder oder von dem k. k. Specialcommissär verlangt wird.

Beschlussfähigkeit.

§. 25. Zur Giltigkeit eines Beschlusses des ordnungsmässig einberufenen Ausschusses ist die Anwesenheit von wenigstens 11 Mitgliedern beziehungsweise deren Ersatzmännern und des Obmannes oder dessen Stellvertreters nothwendig.

Zu einem giltigen Beschlusse ist die absolute Stimmenmehrheit der Anwesenden erforderlich.

Bei Stimmengleichheit gilt der Antrag für abgelehnt.

Der Obmann oder dessen Stellvertreter gibt seine Stimme zuletzt ab.

Von der Einhaltung der hergestellten Regulierungsbauten.

§. 26. Nach Vollendung der Regulierungsbauten tritt bezüglich der Einhaltung derselben der §. 10 des Landesgetsezes vom 23. April 1879, Nr. 25, in Wirksamkeit.

Statutenänderung.

§. 27. Abänderungen dieses Statutes können vom Genossenschaftsausschusse beschlossen werden, jedoch erst nach behördlicher Genehmigung in Wirksamkeit treten.

(Einverständlich mit dem Tiroler Landesausschusse festgesetzt durch h. Statthalterei-Erlass vom 3. April 1880, Nr. 5637/I.)

Nr. 27.

Geschäftsordnung für den Ausschuss der Etsch-Regulierungs-Genossenschaft „Passer-Eisack-Mündung.“

§. 1. Die Geschäftsordnung bestimmt das zu beobachtende Verfahren bei den Sitzungen des Ausschusses und in dessen Gebarung überhaupt, soweit dasselbe nicht durch das Statut vorgezeichnet ist.

Die Bestimmungen des letzteren bleiben in allen Punkten ungeändert, und sind auch, insofern sie sich auf die Geschäftsordnung beziehen, maassgebend.

§. 2. Der Obmann des Ausschusses, oder in dessen Verhinderung sein Stellvertreter beruft die Mitglieder zu den Sitzungen. Jedes Mitglied ist verpflichtet, zu denselben pünktlich zu erscheinen, im Verhinderungsfalle, welcher immer genau motiviert sein muss, seinen Ersatzmann von der Sitzung zu verständigen, sowie die Verhinderung dem Vorsitzenden anzuzeigen.

Ungegründetes Ausbleiben kann von dem Ausschusse mit einer Geldbusse bis 25 fl. öst. W. zugunsten des Regulierungsfondes geahndet werden.

Die von dem Ausschusse einem Mitgliede übertragenen Geschäfte sind unweigerlich zur Durchführung zu übernehmen, ausser im Falle, wenn das betreffende Mitglied schon bereits in zwei Comités oder Commissionen thätig ist.

§. 3. Jedes Ausschussmitglied oder der für dasselbe erscheinende Ersatzmann ist berechtigt, sowohl für das Erscheinen bei den Ausschuss- oder Comitésitzungen, als für Dienstreisen im Auftrage des Genossenschaftsausschusses, Diäten und Reisegebüren zu beanspruchen, welche aus dem Regulierungsfonde zu bezahlen kommen.

Die Diäten betragen:

a) wenn die Beschäftigung nicht über einen Tag dauert, 3 fl. öst. W.;
b) wenn Ausbleiben über Nacht damit nothwendig verbunden ist, für jeden Tag und Nacht zusammen 5 fl. öst. W.

Die Reisegebüren betragen:

a) wenn und insoweit die Eisenbahn hiebei benützt werden kann, die Vergütung der II. Wagenclasse;
b) in anderen Fällen 10 kr. für jeden Kilometer Wegstrecke der Hin- und Rückreise vom Wohnorte des betreffenden Ausschussmitgliedes oder Stellvertreters.

§. 4. Der Vorsitzende bestimmt die Tagesordnung, leitet nach Maassgabe dieser Geschäftsordnung die Verhandlung, eröffnet und schliesst die Sitzung.

Der Vorsitzende ist verpflichtet auf Beschluss des Ausschusses die von diesem bezeichneten Gegenstände in die

Tagesordnung der nächsten Sitzung aufzunehmen, und sohin die vollständige Tagesordnung an die Ausschussmitglieder rechtzeitig vor Abhaltung der Sitzung mitzutheilen.

Befinden sich auf der Tagesordnung solche Gegenstände, wozu ausführliche Comitéberichte, Beschlussanträge, Entwürfe etc. vorbereitet werden, so sollen dieselben ebenfalls, wenn möglich zugleich mit der Einladung zur Sitzung sämmtlichen Ausschussmitgliedern mitgetheilt werden.

§. 5. Der Vorsitzende kann durch den Hilfsbeamten ein Referat zu den auf die Tagesordnung gesetzten Gegenständen verfassen lassen, welches sich auf alle Punkte zu erstrecken hat, worüber nicht schon bereits genügend begründete schriftliche Anträge eingebracht wurden und vorliegen.

Auf die jedesmalige Tagesordnung sind, u. z. in nachstehender Reihenfolge zu setzen:

1. die Verlesung und Genehmigung des Protokolles der vorausgegangenen Sitzung;
2. die Berichte über den Vollzug der in derselben gefassten Beschlüsse;
3. allfällige, vom Vorsitzenden über Auftrag der hohen k. k. Regierung oder des hohen Landesausschusses zu machende Vorlagen;
4. etwaige, vom k. k. Specialcommissär, oder von der Bauleitung zu erstattende Berichte oder gestellte Anträge;
5. die vom Ausschusse nach §. 4 bezeichneten Gegenstände;
6. sämmtliche Anträge, welche der Vorsitzende oder die bestellten Comités oder einzelne Mitglieder des Ausschusses zu stellen haben, und welche von letzteren schriftlich zu überreichen sind;
7. sämmtliche übrige, in dem Zeitraume zwischen der vorausgegangenen Sitzung, zum Einreichungsprotokolle gekommenen Gegenstände, insoferne sie nicht nach §. 21 zu behandeln sind.

§. 6. Der Vorsitzende eröffnet die Verhandlung über einen Gegenstand damit, dass er denselben nennt und dem hierzu Berufenen, zur Berichterstattung und Begründung das Wort ertheilt.

Diese Begründung kommt bei selbständigen Anträgen immer dem Antragsteller zu.

§. 7. Wenn der Ausschuss ein Comité mit der Vorberathung und Berichterstattung über einen Gegenstand beauftragt hat, steht der erste Bericht immer dem Obmanne des Comités, oder dem von letzterem gewählten Berichterstatter zu.

§. 8. Der Vorsitzende gibt der Reihe nach denjenigen Mitgliedern, sowie den allenfalls beigezogenen Beiräthen, welche sich darum melden, das Wort. Es steht jedoch den angemeldeten Rednern das Recht zu, die Reihenfolge unter sich zu wechseln.

Der Vorsitzende kann auch den Beamten der Genossenschaft zur Aufklärung das Wort ertheilen.

§. 9. Ueber vorherige Befragung des versammelten Ausschusses kann der Vorsitzende einem Redner, der ungeachtet der Ermahnung bei der Sache zu bleiben, vom Gegenstande der Berathung abschweift, oder den Anstand verletzt, das Wort entziehen.

§. 10. Der Vorsitzende kann selbst an der Verhandlung theilnehmen, und soll zur geordneten Leitung derselben das Wort ergreifen; er darf jedoch zu diesem Zwecke keinen Redner unterbrechen.

Sollte der Vorsitzende bezüglich eines Verhandlungsgegenstandes als Privatperson betheiligt sein, oder einen Comitébericht erstatten, so hat er den Vorsitz an seinen Stellvertreter oder in dessen Ermanglung an ein anderes Ausschussmitglied abzutreten.

§. 11. Jedes Mitglied, resp. der für dasselbe erschienene Ersatzmann hat das Recht selbständige Anträge zu stellen, welche, insoferne sie als dringend erklärt werden, nach Erschöpfung der Tagesordnung in Verhandlung zu nehmen, oder sonst auf die nächste Tagesordnung zu setzen sind.

§. 12. Will ein Mitglied die Verhandlung über einen schon begründeten Antrag beseitigen, so ist es jederzeit berechtigt, den Antrag auf Uebergang zur Tagesordnung zu stellen. Dieser Antrag muss vom Vorsitzenden sogleich zur Abstimmung gebracht werden.

§. 13. Der Ausschuss kann jederzeit den Schluss der Verhandlung über einen Gegenstand und ebenso auch der Sitzung beschliessen.

Wenn wenigstens drei Mitglieder den Schluss verlangen, muss der Vorsitzende darüber abstimmen lassen.

Ist der Schluss der Verhandlung über einen Gegenstand angenommen, so kann nur noch dem Antragsteller oder dem Berichterstatter das Wort ertheilt werden.

§. 14. Wenn niemand mehr das Wort hat, lässt der Vorsitzende über die gestellten Anträge abstimmen.

Verschiedene Punkte der Anträge sind bei der Abstimmung zu trennen.

Besteht ein Antrag aus mehreren Artikeln, so sind diese getrennt zur Abstimmung zu bringen.

Sind zu einem Antrage Verbesserungsanträge gestellt worden, so müssen auch diese einzeln zur Abstimmung gebracht werden.

Weitergehende Anträge sind stets vor den engern zur Abstimmung zu bringen.

Jedem Antragsteller ist vor der Abstimmung gestattet, seinen Antrag zurückzuziehen.

Es kann jedoch ein anderes Mitglied diesen Antrag für sich aufnehmen.

§. 15. Die Abstimmung erfolgt in der Regel durch Ballotage, wobei die weissen Kugeln als dem Antrage zustimmend, die schwarzen: den Antrag ablehnend zu betrachten sind.

Bei minder wichtigen Anträgen kann die Schlussfassung auch dadurch geschehen, dass über die vom Vorsitzenden gehaltene Umfrage kein Mitglied eine Einwendung gegen den Antrag erhebt, dieser daher vom Vorsitzenden als angenommen constatiert wird.

Bei Wahlen, Ernennungen und Verleihungen und überhaupt bei Erledigung von Personalfragen oder wenn die Stimmenabgabe nur in einer bestimmten schriftlichen Erklärung geschehen kann, erfolgt die Abstimmung durch Stimmzettel.

Kein Mitglied kann sich der Abstimmung enthalten, und es wird, wenn ein Mitglied keine Stimme abgibt, diese als entgegenstimmend angenommen.

Ausgenommen ist der Fall, wo bezüglich der Abstimmungsfrage das eine oder andere Mitglied sich als Privatperson betheiligt fühlt, doch muss dieser Enthaltungsgrund vor der Abstimmung bekannt gegeben werden, und hat im Zweifelsfalle der Ausschuss zu entscheiden, ob er die Befangenheit anerkennt oder nicht.

Der Vorsitzende gibt seine Stimme stets zuletzt ab.

§. 16. Zur Giltigkeit eines Beschlusses ist die Zustimmung der absoluten Mehrheit der anwesenden Mitglieder erforderlich.

§. 17. Ueber jede Ausschussitzung ist vom Hilfsbeamten ein Protokoll zu führen, welches die Verhandlungsgegenstände, die gestellten Anträge und die gefassten Beschlüsse enthält.

Das Protokoll bezeichnet ferners den Vorsitzenden, den Anfang und das Ende der Sitzung, die anwesenden Mitglieder und deren Ersatzmänner und allfällige besondere Vorkommen-

heiten. In dasselbe sind auf Verlangen auch die Stimmen der Minorität und ihre Begründung aufzunehmen.

Das Protokoll ist während der Sitzung oder wenigstens unmittelbar darauf zu verfassen, in letzterem Falle beim Beginne der folgenden Sitzung vorzulesen und hierüber die Genehmigung des Ausschusses einzuholen, welche auf dem Sitzungsprotokolle anzumerken ist. Allfällige Berichtigungen werden als Protokollsnachtrag demselben sogleich beigesetzt.

Jedes Sitzungsprotokoll ist von dem Vorsitzenden und dem Hilfsbeamten zu unterfertigen.

§. 18. Die Sitzungsprotokolle des Ausschusses sind nach erfolgter Genehmigung und der Ausführung der hierin enthaltenen Beschlüsse in die Genossenschaftsregistratur zu hinterlegen.

§. 19. Alle Ausfertigungen des Ausschusses bedürfen zu ihrer Giltigkeit der Unterfertigung des Vorsitzenden und der Beidrückung des Ausschussiegels; Zahlungsanweisungen noch überdies der Mitfertigung des Obmannes.

Quittungen, Verträge, Reverse, überhaupt alle Urkunden müssen vom Vorsitzenden und zweien vom Ausschuss für den Fall bestimmten Ausschussmitgliedern unterfertigt, und muss ihnen das Ausschussiegel beigedrückt sein.

§. 20. An die bestellten Comités gelangen die Berathungsgegenstände entweder durch einen Sitzungsbeschluss des Ausschusses, oder durch Zuweisung seitens des Vorsitzenden, welcher dann die von denselben einlangenden Anträge auf die Tagesordnung der nächsten Sitzung setzt.

Alle nicht im nachfolgenden Paragraph als current bezeichneten Gegenstände sind durch Sitzungsbeschluss zu erledigen.

In Fällen, wo wegen Gefahr am Verzuge der Gegenstand der ordnungsmässigen Erledigung nicht mehr zugeführt werden kann, ist der Obmann, oder in dessen Verhinderung sein Stellvertreter befugt, gegen nachträgliche Genehmigung in der nächsten Ausschussitzung die nöthigen Verfügungen zu treffen; jedoch hat er sich hiezu die Bestimmung von wenigstens drei Ausschussmitglieder currendaliter einzuholen, und sind die bezüglichen Ausfertigungen ausser von dem Obmanne, oder dessen Stellvertreter auch noch von den beigezogenen drei Ausschussmitgliedern zu unterfertigen und wenn anders möglich, vom k. k. Specialcommissär zu vidieren.

Der Obmann, oder in dessen Verhinderung sein Stellvertreter haben von der auf diese Art getroffenen Verfügung sämmtliche Ausschussmitglieder sofort schriftlich zu verständigen und über Verlangen von drei Mitgliedern eine Ausschussitzung sofort einzuberufen.

§. 21. Als currente Gegenstände sind zu betrachten, und können vom Vorsitzenden durch die Beamten der Genossenschaft behandelt und erledigt werden:

1. Der Vollzug aller vom Ausschusse gefassten Beschlüsse, wenn in diesen nichts Anderes bestimmt wird.

2. Die Zuweisung von Berathungsgegenständen an die bestellten Comités.

3. Die Ausschreibung der Sitzungen des Ausschusses, die Verfassung der bezüglichen Tagesordnung und der Referate.

4. Die Ausschreibung, Einhebung und Verbuchung der Concurrenzumlagen.

5. Die Besorgung der gewöhnlichen Verwaltungsgeschäfte und des bezüglichen Cassageschäftes nach Maassgabe der hiefür bestimmten Normen.

6. Die Leitung der Kanzleigeschäfte, des Expedits und die Besorgung der Registratur.

Ausserdem leitet und überwacht der Vorsitzende die Dienstleitung der Angestellten der Genossenschaft, und ist ermächtigt, ihnen auf ihr Ansuchen einen Urlaub bis zu einer Woche zu ertheilen.

Bezüglich ihrer Disciplinarbehandlung, Dienstenthebung und Beurlaubung von längerer Dauer entscheidet der Ausschuss.

§. 22. Dem Hilfsbeamten wird zur Bestreitung der currenten Kanzleierfordernisse aus dem Genossenschaftsfonde ein ständiger Verlag von 100 fl. öst. W. zur Disposition gestellt. Hierüber hat derselbe Rechnung zu legen, welche vom Ausschusse oder dem hiezu bestellten Comité geprüft und vom Ausschusse genehmigt wird.

Diese Beträge werden jedesmal nach erfolgter Rechnungslegung auf ihre ursprüngliche Höhe ergänzt.

§. 23. Der Hilfsbeamte hat über die Kanzleieinrichtung ein Amtsinventar anzufertigen, selbes in Evidenz zu halten, und bei der Jahresrechnung zur Einsicht und Incontrierung mitvorzulegen.

§. 24. Abänderungen und Aufhebungen von Bestimmungen dieser Geschäftsordnung können nur in der Weise erfolgen, dass die Anträge auf solche in einer Ausschussitzung gestellt, von einem in dieser zu bestellenden Comité berathen, und sodann in einer weiteren Sitzung, welcher zwei Drittheile der Mitglieder oder deren Ersatzmänner beiwohnen, von zwei Drittheilen der Anwesenden angenommen werden.

Zusätze zur Geschäftsordnung, welche keine wesentlichen Abänderungen enthalten, können durch einen Ausschussbeschluss erfolgen.

(Vom Genossenschaftsausschusse am 25. November 1879 beschlossen und vom h. Landesausschuss im Vereine mit der h. k. k. Statthalterei vom 12. December 1879, sub. Nr. 14.671, genehmigt.)

ANHANG III.

Die Schiffahrts-Verhältnisse der Etsch sowie der benachbarten Flüsse und Canäle in Ober-Italien und die Organisation des Wasserbaudienstes in Italien (Tafel Ib).[1]

1. Capitel.

Allgemeines über die Binnenschiffahrt in Italien.

A. Ursprung der Binnenschiffahrt in Italien.

Die allgemeine Situation der oberitalienischen Schiffahrtsstrassen ist in Tafel Ib schematisch dargestellt und rücksichtlich der adriatischen Küste, insbesondere aber der Etsch auch aus Tafel Ia zu entnehmen.

Die Binnenschiffahrt begann in Italien im dreizehnten Jahrhundert. Es war zur Zeit des Aufschwunges der italienischen Gemeinden, dass die ersten und noch heute wichtigsten Schiffahrtscanäle ausgeführt wurden. Diese künstlichen Wege für die Binnenschiffahrt werden in Italien allgemein als „canali navigabili", in einigen Theilen Italiens auch „navigli" genannt.

In der Po-Ebene, welche zur Anlage eines Netzes von Schiffahrtsstrassen ganz besonders geeignet ist, mussten der Natur der Sache nach auch die ersten Wasserbauten dieser Art unternommen werden.

Es scheint, dass der Mailänder Canal (Naviglio di Milano) allen übrigen vorangieng, und dass demselben in kurzen Zwischenräumen die Schiffahrtscanäle (navigli) von Modena. Bologna und Padua folgten, welche ebenso wie der Mailänder Canal gleichzeitig sowohl der Schiffahrt als auch der Bodenbewässerung dienten.

Nach und nach wurden dann die Canäle von Bereguardo, Martesana, Pavia und Paderno und jene zahlreichen Canäle Venetiens gegraben, welche ausser der Schiffahrt grösstentheils auch der Bodenmelioration dienen.

Diese doppelte Verwendung, welche zahlreiche italienische Canäle finden, ist sehr charakteristisch und wird im Auslande nur äusserst selten angetroffen, währenddem Canäle, welche ausschliesslich nur für Schiffahrtszwecke hergestellt wurden, in Italien fast eine Ausnahme bilden.

In dieser Weise entstand das wichtigste Netz der Schiffahrtswege, welches den Lago maggiore und den Lago di Como mit dem Po, und diesen mit den zahlreichen Flüssen Venetiens, und der Provinzen von Emilia und Ferrara und dem adriatischen Meere verbindet.

Zu verschiedenen Zeiten wurden andere Canäle gegraben, welche zuweilen bestimmt waren, manche Stadt mit dem Meere in eine bequemere Verbindung zu bringen, viel häufiger aber dazu, einen Schiffahrtsweg und einen leichteren Abfluss des Wassers aus sumpfigen Gründen zu schaffen.

So wurden die Schiffahrtscanäle von Porto Corsini nach Ravenna und von Fiumcinino zum Tiber-Flusse hergestellt, welche selbst Seeschiffe aufzunehmen befähigt sind und ausschliesslich der Schiffahrt dienen, wie auch die Canäle der Ebene von Pisa und die wenig bekannten aber wichtigen Canäle des Agro Pontino, welche sowohl für die Bodenmelioration als für die Schiffahrt bestimmt sind.

Nachdem jedoch diese letzteren Canäle mit dem Schiffahrtsnetz des Po nicht verbunden sind, hatten sie, mit Ausnahme der zwei erstgenannten niemals eine grössere Bedeutung für den Handelsverkehr.

B. Handelsverkehr auf den Canälen Italiens.

Die Schiffahrtscanäle in der Po-Ebene waren im Mittelalter sehr befahren. Sie bildeten in jener Zeit das einzige bequeme Verbindungsmittel zwischen den einzelnen Gegenden Ober-Italiens und hatten bis etwa gegen die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts grosse Bedeutung. Nach der Erbauung der Eisenbahnen jedoch wurden die bescheidenen, stillen und wohlfeilen Wasserwege durch die Eisenbahnen verdrängt, welche Hügel übersetzend, Berge unterfahrend und Hindernisse aus dem Wege räumend, welche den Wasserstrassen unübersteiglich waren, rasch Völker mit Völkern einigten, neue Industrien und Warenaustausche schufen und den Warenverkehr der Vergangenheit vollkommen umwandelten.

Nachdem sich jedoch der erste begreifliche Enthusiasmus für die Eisenbahnen gelegt hatte und man die beiderseitigen Vortheile der verschiedenen Transportarten miteinander verglich, erkannte man bald, dass es nicht gerechtfertigt ist, die Schiffahrtswege zu vernachlässigen, insbesondere für die Verfrachtung von Bodenerzeugnissen, Baumaterialien und im allgemeinen von Rohstoffen von geringem Werte, bei denen die Schnelligkeit des Transportes weit weniger wichtig ist, als der geringe Frachtsatz.

In derselben Weise, wie in vielen Theilen von Central-Europa mit der allgemeinen Hebung des Handelsverkehrs ein bemerkenswerter Aufschwung der Binnenschiffahrt Hand in Hand gieng, zeigte sich auch in Italien, wenn auch in kleineren Verhältnissen, dieselbe Wirkung.

[1] Nach den Daten des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten in Rom, enthalten in: „Relazione sui lavori del quarto congresso internazionali di navigazione interna, tenuto a Manchester nel 1890, dei delegati del Ministero dei lavori pubblici Comm. G. Bompiani, Ispettore del Genio Civile, Presidente del Consiglio superiore dei LL. PP. e Cav. L. Luigi, Ingegnere del Genio Civile. Roma 1891."

Dieser Aufschwung zeigte sich jetzt immer mehr, und nach allem ist zu erhoffen, dass die Binnenschiffahrtswege in nicht zu langer Zeit auch in Italien die Bedeutung gewinnen werden, welche sie mit Recht verdienen und welche sie auch in Deutschland, Frankreich und Russland, wo alle Grundlagen für ihre Entwicklung vorhanden sind, wieder erlangt haben.

Auf den grossen Seen Ober-Italiens besteht und gedeiht eine zahlreiche Flotte von Personen- und Lastschiffen. Auf vielen Flüssen und Canälen Venetiens wurde der Schiffszug mit Dampfschleppern eingeführt und wird der Dienst pünktlich und mit befriedigenden finanziellen Resultaten besorgt.

Versuche, welche einen guten Erfolg versprechen, wurden angestellt, um einen regelmässigen Dampfschiffsverkehr an der wichtigsten Wasserader Ober-Italiens, das ist am Po, von Venedig bis Mailand und zum Lago maggiore einzurichten und man ist eben daran aus der Periode der Experimente zur Ausführung überzugehen, indem sich unter dem Schutze und der Beihilfe der interessierten Provinzen eine Schiffahrtsgesellschaft bilden soll.

Einige statistische Daten geben eine Vorstellung von der gegenwärtigen Bedeutung der Binnenschiffahrtswege vom Standpunkte des Verkehres, und es genügt anzuführen, dass längs des Po der jährliche Verkehr 765.000 Tons, längs der Etsch 240.000 Tons, am Mincio 123.000 Tons, am Ticino und Lago maggiore 185.000 Tons, am Lago di Como 130.000 Tons nebst des Transportes von fast einer Million Personen beträgt, aus welchen Ziffern zu entnehmen ist, dass der Verkehr auf diesen Flüssen und Seen durchaus nicht vernachlässigt werden kann.

Für die bedeutendsten Canäle hat man noch bemerkenswertere Angaben.

Am Naviglio Grande di Milano und auf den verschiedenen Schiffahrtscanälen, welche als solche von Pavia, della Martesana und Fossa interna benannt sind, die in Mailand münden und eine Gesammtlänge von 128 *km* besitzen, war die Warenbewegung im Jahre 1888 im ganzen 363.960 Tons.

Am Naviglio interno di Padova, dem Canale Piovega und dem Naviglio Brenta, welche die wichtige Schiffahrtsstrasse von Padua nach Venedig bilden und 36 *km* lang sind, war der Warenverkehr in den letzten 6 Jahren im Mittel 376.818 Tons im Jahre.

Am Naviglio Brentella, welcher eine Abzweigung der oberwähnten Schiffahrtslinie ist, und eine Längenentwicklung von 11 *km* besitzt, war das Mittel der letzten 6 Jahre 26.681 Tons.

Zwischen den Schleussen von Brondolo und Tornova auf der Schiffahrtslinie von Venedig zum Po, welche zwischen Brondolo und dem Po ca. 30 *km* lang ist, beträgt das Mittel des Warenverkehrs in den letzten 10 Jahren 649.336 Tons im Jahre.

Auf den Canälen von Sotto Bataglia und Cagnola, im ganzen 15 *km* lang, war eine Warenbewegung von 196.000 Tons jährlich.

Am Flusse Sile, auf einer 77 *km* langen Strecke, war im Jahre 1889 ein Verkehr von 8624 Schiffen mit einer Ladung von 465.060 Tons.

Am Flusse Piave, und zwar auf einer 34 *km* langen Strecke, ist der mittlere Verkehr von 268.000 Tons jährlich.

Auf den Canälen von Dolce und Cavetta, welche mit dem Sile und der Piave in Verbindung sind und eine Längenentwicklung von fast 13 *km* besitzen, beträgt die mittlere Frachtmenge der letzten fünf Jahre 380.000 Tons jährlich.

Auf dem Seecanale (canale marittimo) vom Porto Corsini nach Ravenna, 11 *km* lang, war im Jahre 1888 ein Verkehr von 141.000 Tons.

Im ganzen beträgt der Verkehr auf einer Längenentwicklung von 418 *km* der wichtigsten italienischen Binnenschiffahrtsstrassen 3,129.855 Tons per Jahr, oder rund 7500 Tons per Kilometer und Jahr, eine Ziffer, welche beweist, dass auch die italienischen Binnenwasserstrassen, wenn nicht alle, so doch viele von ihnen eine Wichtigkeit besitzen.

Der Gesammtverkehr auf allen italienischen Flüssen und Schiffahrtscanälen, für welche Nachrichten gesammelt werden konnten, betrug im Mittel der letzten Jahre 5,529.387 Tons jährlich.

Wird überdies berücksichtigt, dass auch auf den Seen und auf manchen anderen kleineren Wasserstrassen, welche nicht berücksichtigt werden konnten, ein Güterverkehr stattfindet, so kann man annehmen, dass der Verkehr auf allen italienischen Wasserstrassen zusammengenommen in runder Ziffer 6,000.000 Tons jährlich beträgt.

Dem entgegen betrug der gesammte Warenverkehr, Eil- und Frachtgut zusammengenommen, auf allen italienischen Eisenbahnen in einer Gesammtlängenentwicklung von 11.831 *km* im Jahre 1887 15,725.000 Tons.

C. Ursachen des Aufschwunges der Binnenschiffahrt.

Die Ursachen dieses Aufschwunges der Binnenschiffahrt müssen vor allem in der nationalen Einigung des Königreiches Italien und der daraus hervorgehenden Vergrösserung des Verkehres gesucht werden.

Es trugen jedoch hiezu auch die grossen Bauarbeiten bei, welche in vielen Städten, namentlich in Ober-Italien geführt wurden, und welche zu bedeutenden Transporten von Baumaterialien Veranlassung gaben.

Es hat jedoch auch wesentlich das Gesetz vom Jahre 1879 hiezu beigetragen, welches alle Abgaben und Schiffahrtszölle (Péage) an allen Flüssen, Canälen und Seen aufgehoben erklärte.

Wenn diese Schiffahrtsabgaben auch an und für sich nicht sehr drückend waren, so gaben sie doch Veranlassung zu Unzukömmlichkeiten, Reclamationen und Zeitverlusten. Es trat für die Schiffahrtsstrassen dasjenige ein, was in Italien sich auch schon bei den gewöhnlichen Fahrstrassen gezeigt hatte, dass nämlich durch die Aufhebung der Abgaben der Verkehr plötzlich bedeutend gehoben wurde.

Die italienischen Canäle, welche grösstentheils in alten Zeiten und unter Zugrundelegung ganz verschiedener Ziele und Projecte ausgeführt worden sind, entsprachen jedoch nicht immer den Anforderungen der modernen Schiffahrt. Es ist jedoch zu hoffen, dass in kurzem das Problem in Erwägung gezogen wird, Minimal-Dimensionen einzelner Canäle mit Rücksicht auf die daselbst verkehrenden Schiffe festzusetzen, die alten Kunstbauten zu reconstruieren, um zu erreichen, dass es einem Schiffe ermöglicht werde, einen Canal oder ein ganzes System von Canälen zu durchlaufen und hiebei allüberall durch den grössten Theil des Jahres eine genügende Fahrwassertiefe vorzufinden.

Die Tafel Ib, welche nach den neuesten officiellen Daten verfasst ist, zeigt den gegenwärtigen Stand der Schiffbarkeit des Binnenwasser-Strassennetzes in Ober-Italien, wo der Aufschwung des Wasserstrassenverkehres am meisten hervortritt.

Aus der Vergleichung dieser Karte mit früheren Verhältnissen geht hervor, dass die Bauart dieser Schiffahrtswege im allgemeinen nahezu dieselbe ist, wie sie in der ersten Hälfte dieses Jahrhundertes gewesen war. Es ist daher auch der ganze Dienst der Verwaltung und Erhaltung der gesammten Binnenschiffahrt Italiens immer noch wie in früheren Zeiten organisiert. Trotzdem entspricht derselbe seinem Zwecke gut und könnte selbst dann, wenn die Schiffbarkeit der Flüsse und Canäle verbessert würde, sich immer noch gut bewähren.

2. Capitel.

Organisation der Verwaltung und Beaufsichtigung der Schiffahrtswege.

A. Verwaltung und Beaufsichtigung durch den Staat.

Der Dienst der Verwaltung und Erhaltung dieser Wasserstrassen, bestehend aus Flüssen, Canälen und Seen, welche allgemein in die sogenannte erste, das ist wichtigste Kategorie der Wasserbauten eingereiht sind, obliegt vollständig der Staatsverwaltung, welche auch für alle diesbezüglichen Ausgaben aufkommt. Eine Ausnahme hievon bilden bloss die Pontinischen Canäle, welche einer Meliorations-Genossenschaft unterstehen, die die Erhaltungsarbeiten unter Beitragsleistung des Staates und des Landes besorgt.

Diese absolute Abhängigkeit der Canäle und schiffbaren Flüsse von der Staatsverwaltung hat für Italien eine ausschlaggebende Wichtigkeit. Im allgemeinen können Gewässer, welche wohlreguliert zum Gedeihen und dem Reichthum eines Ortes beitragen, sich selbst überlassen, eine Geissel werden und mit den Ueberschwemmungen und Versumpfungen den Ruin von Gründen verursachen, welche ihrer Natur nach fruchtbar und ertragreich sind. Dies zeigt sich am meisten in Italien, und insbesondere für die Po-Ebene.

Während in dem oberen Theile dieser Ebene und demjenigen der Seitenflüsse die Wässer der Flüsse und Canäle zu Haus- und landwirtschaftlichen Zwecken dienen, den Handel und die Industrie stärken und die Ursache des Reichthums der bewässerbaren Gründe der Lombardei bilden, könnten dieselben Wässer im mittleren und unteren Theile des Po-Thales, falls sie nicht auf das Genaueste und nach einer und derselben leitenden Idee reguliert würden, wie im oberen Thale, die Ursache schweren Unglückes werden.

Dies wissen auch sehr gut die zahlreichen Einwohner des Venetianischen und der Emilia und hegen die wohlverdienteste Achtung vor dem technischen Personale, welches mit der Beaufsichtigung der zahlreichen Wasserläufe, die das Land durchfurchen, betraut ist, und welches in gewissenhafter und intelligenter Dienstleistung die Ueberschwemmungsgefahren, soweit dies überhaupt menschenmöglich ist, verhütet und die unglücklicherweise dennoch eintretenden Schäden wieder gut macht.

Eine solche Leitung kann mit Rücksicht auf die bedeutenden Interessen, die es zu schützen gilt, in wirksamer Weise nur der Staat ausüben.

B. Organisation des Dienstes der Verwaltung und der Aufsicht.

Die Oberleitung des Betriebes und der Erhaltung der Binnenschiffahrtswege, wie überhaupt des ganzen Wasserbaudienstes, ist dem königl. italienischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten anvertraut, welches dieselbe im Wege der „Generaldirection der Wasserbauten" (Direzione generale delle opere idrauliche) mit dem Sitze in Rom ausübt. Dieser Generaldirection sind die verschiedenen Provinzialämter (Uffici provinciali) unterordnet, welche in Wasserbau-Angelegenheit eine directe Ingerenz ausüben. Solche Aemter bestehen in Bologna, Como, Cremona, Este, Ferrara, Mantova, Mailand, Modena, Padua, Pavia, Pisa, Reggio, Revere, Rom, Rovigo, Treviso, Venedig, Verona und Vicenza.

Diese Aemter versehen ihrerseits durch ihr höheres und subalternes Personale die Beaufsichtigung der verschiedenen, in ihren Bezirken gelegenen Wasserstrassen, sowie die Erhaltung und Instandsetzung der betreffenden Kunstbauten.

Jedes Amt besteht aus einem Oberingenieur als Amtsvorstand und mehreren Sectionsingenieuren, welchen ein oder mehrere Gehilfen beigegeben sind.

Das höhere Personale leitet und überwacht das subalterne Personale, welches längs des betreffenden Flusses oder Canales disloclert ist, und welches aus Stromaufseher und Schleussenwärtern besteht.

Es würde zu weit führen, für jeden Canal oder Fluss die Anzahl der Stromaufseher, Wächter und Schleussenwärter, welche ihm zugetheilt sind, anzugeben. Dies hängt von der Zahl der Schleussen und der Zahl der verschiedenen Zweige, in welche der Canal abgetheilt ist, sowie von der Wichtigkeit des Hochwasserdienstes ab. Einige Beispiele werden jedoch eine Idee von der Art geben, in welcher Weise dieses Personale vertheilt ist.

Die Schiffahrtslinie von Padua nach Venedig, bestehend aus den Canälen von Padua, Piovego und Brenta, zusammen 36 *km* lang, besitzt 7 Stromaufseher und 12 Wächter und Schleussenwärter.

Der Etsch-Fluss in der 212 *km* langen Strecke von Ossenigo zum Meere, hat 47 Stromaufseher und 71 Wächter.

Wird berücksichtigt, dass für die ersten 67 dammlosen Kilometer 3 Stromaufseher und 5 Wächter genügen und dass für die übrigen 145 *km* 44 Stromaufseher und 66 Wächter vorhanden sind, so entfallen im Mittel 1 Stromaufseher auf je 3 *km* und 1 Wächter auf je 2·1 *km*.

Schliesslich hat man am Po, welchem auf eine Länge von 534 *km* 126 Stromaufseher und 127 Wächter zugewiesen sind, im Mittel 1 Stromaufseher und 1 Wächter auf eine Flusstrecke von etwas über 4 *km*.

α) Leitendes Personale.

Das höhere Personale dieses Dienstzweiges gehört dem königlichen Staatsbaudienste (Corpo Reale del Genio Civile) an, welcher nahezu so organisiert ist, wie in Frankreich, Belgien, Holland und verschiedenen anderen Staaten Europas und welcher neben dem Wasserbaudienste auch den Dienst der Strassen, Häfen und Eisenbahnen versieht.

β) Aufsichtspersonale.

Das Personale der Flusswächter und Schleussenwärter recrutiert sich aus ortskundigen Personen, welche thunlichst in Erd-, Maurer- und ähnlichen Arbeiten bewandert sind. Es beschäftigt sich ausschliesslich nur mit dem Wasserbaudienste des Flusses oder Canales, dem es zugetheilt ist.

Zahlreich und verschieden sind die Beschäftigungsarten dieses Personales, je nachdem es sich um natürliche Wasserläufe oder um künstliche Canäle handelt und je nachdem Schleussen, Wehre, Hafenanlagen und andere die Schiffahrt betreffende Kunstbauten vorhanden sind. Es wird eine Skizze der Obliegenheiten dieses Personales genügen, um sich über die Art, wie dieser Diensteszweig organisiert ist, klar zu werden.

Jedem Flusswächter oder Schleussenwärter ist die tägliche Ueberwachung einer Strecke der Schiffahrtsstrasse oder die Aufsicht und Handhabung einer Schleusse sammt einer Canalstrecke oberhalb und unterhalb dieser Schleusse anvertraut.

Diese Strecken haben je nach den Verhältnissen eine verschiedene Länge. Beispielsweise ist auf den Canal von Pavia die kürzeste Strecke 2200 *m* und die längste 6450 *m*. Am Canal von Bereguardo beträgt die kürzeste Strecke 550 *m*, die längste hingegen 12.748 *m*.

Die Flussaufseher sind verpflichtet, täglich die ihnen anvertrauten Strecken, namentlich die Dämme, zu begehen und zu untersuchen, kleine bei Dammreparaturen erforderliche Erd- und Maurerarbeiten auszuführen und die auf den Flussdämmen befindlichen Fahrstrassen in gutem Stande zu erhalten.

Die Schleussenwärter sind insbesondere verpflichtet, die Schützen der Stauwehre zu handhaben, um die Höhe des

Wasserspiegels in der eigenen Canalstrecke zu regulieren und die Schiffahrtsschleussen für den Durchzug der Schiffe zu öffnen und zu schliessen. In letzterem Falle werden sie von den Bootsleuten, welche die Verpflichtung haben, Mithilfe zu leisten, unterstützt.

Die Flussaufseher und Schleussenwärter haben auch die Reinhaltung der Schleussen, insbesondere von Gras zu besorgen. Sie führen Register über den Schiffsverkehr längs der betreffenden Strecke und sammeln auch die Daten über die Ursache der Beschädigungen und Havarien der Schiffe; sie constatieren die Beschädigungen an den ihnen unterstehenden Werken, sei es durch Elementarfälle, sei es durch Nichteinhaltung der Schiffahrtsordnung, sowie die Straffälligkeit in letzterem Falle; sie notieren den täglichen Wasserstand am Pegel, sowie überhaupt alle Umstände, welche zur Kenntnis der Verwaltung gebracht werden sollen.

Zur Hochwasserzeit beaufsichtigt das ganze stabile Personale unter Mithilfe einer genügenden Anzahl von Arbeitern und Taglöhnern, welche grossentheils schon früher hiezu bestimmt sind, die Unversehrtheit der Dämme des Flusses oder des betreffenden Canales und führt die erhaltenen Befehle aus.

Dieser so wichtige, mit grosser Verantwortung und Gefahren verbundene Dienst wird in lobenswertester Weise und mit bewunderungswürdiger Genauigkeit und Disciplin besorgt.

γ) Ergebnisse dieser Organisation.

Aus dem Vorhergehenden ist zu entnehmen, dass der Dienst der Verwaltung und Erhaltung der Flüsse und Canäle, einschliesslich auch der Schiffahrtsstrassen fast militärisch organisiert und in jeder Provinz unmittelbar einem Chefingenieur, als dem einzigen und wirklichen Vorstande des Provinzial-Bauamtes und direct in jeder Hinsicht unterstellt ist.

Dieser Chefingenieur selbst untersteht seinerseits der Generaldirection der Wasserbauten (Direzione generale delle opere idrauliche) in Rom, welche wieder durch Kreisinspectoren (Ispettori di circolo) kräftigst unterstützt wird. Eine solche Einheit der leitenden Ideen und der Ausführung ist aber auch unbedingt bei einem Diensteszweige erforderlich, welchem das Gedeihen, ja häufig sogar die Existenz zahlreicher Bevölkerungen anvertraut ist.

3. Capitel.

Die Erhaltungskosten der schiffbaren Flüsse und Canäle.

Die im Budget des staatlichen Wasserbaudienstes, betreffend die Erhaltung der schiffbaren Flüsse und Canäle vorgesehenen Beträge theilen sich in ausserordentliche und ordentliche Erhaltungskosten.

A. Ausserordentliche Kosten.

Sie betreffen neue Bauarbeiten zur Verbesserung der bestehenden Schiffahrtswege oder grosse ausserordentliche Wiederherstellungsarbeiten an Schiffsschleussen, sowie die durchgehende Profilsherstellung eines ganzen Canalzweiges, somit Arbeiten, welche nicht den Charakter der Continuität haben, sondern vielmehr von Zeit zu Zeit bei ausserordentlichen Ereignissen und Verhältnissen nöthig werden.

Derartige Arbeiten wurden auf Staatskosten in den Jahren 1880 bis 1889 im Betrage von 3,647.290 Lire ausgeführt, wovon die Herstellungen an den Flüssen Po, Gorzone, Brenta, Sile, Piave, Livenza und Tagliamento lediglich im Interesse der Schiffahrt den Aufwand von 2,000.000 Lire erforderten.

Ausserdem betragen die Kosten der Tiber-Regulierung in Rom 104 Millionen Lire.

B. Ordentliche Erhaltungskosten.

Es sind dies Auslagen, die alljährlich regelmässig wiederkehren, um die Schiffahrtswege in gutem Stande zu erhalten. Es gehören hiezu beispielsweise die Instandhaltung und die kleinen Reparaturen an den Schleussen, Wehren, anderen Wasserbauten, der Halte- und Signalpfähle, die Vertheidigung und Befestigung der Uferböschungen, die Erhaltung der Dammstrassen, die Ausbaggerung der Fahrrinne oder Räumung des Flussbettes von Sand, Schlamm oder Wasserpflanzen, die sich in der heissen Jahreszeit entwickeln. Auch sind hier die Auslagen für den Pegelbeobachtungs- und den statistischen Dienst, sowie diejenigen für das Hilfspersonale bei Ausführung der ordentlichen Arbeiten inbegriffen.

Obwohl alle diese Auslagen von Jahr zu Jahr sich ändern, so haben sie doch einen gewissen stetigen Charakter, so dass man aus den Auslagen für eine lange Reihe von Jahren hinaus mit einer grossen Wahrscheinlichkeit die künftigen, voraussichtlichen Erhaltungskosten vorher bestimmen kann.

Diese Arbeiten sind ausnahmslos an allen künstlichen Schiffahrtsstrassen nothwendig. Was jedoch die natürlichen Schiffahrtsstrassen und insbesondere die grossen Flüsse, wie der Po, die Etsch und andere venetianische Flüsse anbelangt, so werden an denselben im Interesse der Schiffahrt hauptsächlich nur die Vertiefungen der Fahrrinne und die Erhaltung der Dammstrassen vom Schiffahrtsfonde ausgeführt, während die Erhaltung der Ufer und Dammanlagen, welche im Interesse der Sicherheit der umliegenden Gründe gegen Ueberschwemmungen nöthig sind und welche als Arbeiten der sogenannten zweiten Kategorie officiell bezeichnet werden, nicht ausschliesslich vom Staatsschatze und daher nicht aus der Dotation für die vom Staate allein zu bestreitenden Arbeiten der sogenannten ersten Kategorie, sondern aus einer anderen Post des Staatsbudgets unter Mitconcurrenz verschiedener Interessenten bestritten werden.

C. Zeit, in welcher die Erhaltungsarbeiten ausgeführt werden.

Die Erhaltungsarbeiten werden in den günstigsten Jahreszeiten ausgeführt, u. zw. im Frühjahre, im Sommer und theilweise auch im Herbste, die Arbeiten mit ausschlagfähigem Holz, welche man „lavori di verde“ (Grünarbeiten) nennt, pflegt man im Herbste und auch im Winter, soweit es nicht friert, schliesslich im nicht zu sehr vorgerückten Frühjahr auszuführen.

Die Räumung des Schiffahrtsweges von den Ablagerungen wird in Zeiten der niedrigsten Wasserstände und in solchen ausgeführt, in denen die Schiffahrt am mindesten lebhaft ist. In gewissen Fällen wird die Gelegenheit abgewartet, den Canal auf eine oder zwei Wochen ganz trocken zu legen.

Bei Canälen, welche von Flüssen gespeist werden, die aus den Apenninen herabsteigen, tritt der Niederwasserstand gewöhnlich im Sommer ein. Bei Flüssen und Canälen hingegen, welche das Wasser von den Alpen erhalten, welches also im Sommer grossentheils der Schnee- und Gletscherschmelze im Hochgebirge entstammt, treten die Niederwasserstände gewöhnlich zu Beginn des Frühjahres und im Spätherbste ein.

Die durchschnittlichen ordentlichen Erhaltungskosten der schiffbaren Flüsse, wobei die auf die Erhaltung der Schiffahrt bezüglichen Arbeiten eingerechnet sind, sind ziemlich unbedeutend und betragen im Mittel 224 Lire per Jahr und Kilometer. Bei den Seen sind sie vollends belanglos.

Die Kosten der ordentlichen Erhaltung der Schiffahrtscanäle betragen:

für die Kunstbauten	L. 450
für die Treppelwege und Ufer	L. 111
für die Offenhaltung der Fahrrinne	L. 260
für die Aufsicht u. s. w.	L. 38
daher im ganzen per Jahr und Kilometer	L. 859

Diese Ausgaben beziehen sich auf Schiffahrtswege und Strassen, welche die im grössten Theile des Strassennetzes festgesetzte normale Fahrwassertiefe von 1·00 bis 1·80 *m* besitzen.

Die Ausgaben für die zu Schiffahrtszwecken dienende Erhaltung der einzelnen Flüsse und Canäle Italiens sind aus den nachfolgenden zwei Tabellen zu entnehmen:

D. Jährliche Erhaltungskosten der Schiffahrtscanäle Italiens im Mittel aus den Jahren 1880—1890.

Benennung der Schiffahrtsstrasse	Länge	Mittlere Jahresausgabe für die Erhaltungsarbeiten					Aufsichtskosten	
		Kunstbrücken	Ufer- und Treppelwege	Baggerung	im Ganzen	Ausgabe per Jahr und Kilometer	per Jahr	per Kilometer
	Meter	Lire	Lire	Lire	Lire	Lire	Lire	Lire
Canale Cavetta	6500	1150	—	9980	11190	1639		
Canale Pordelio e Casson	12000	—	—	430	430	36		
Canale Fossetta	9120	—	—	4900	4900	537	—	—
Canale Sioncello	6000	—	—	1600	1600	267		
Canale Brentella	108000	2459	12531	—	14990	1385	485	45
Naviglio interno di Padova	1840	1514	—	511	2025	1096		
Canale Piovego	10180	1665	12811	—	14476	1420	4380	123
Naviglio Brenta	23675	4280	7025	11798	23103	975		
Canale Battaglia	12378	5419	2136	—	7555	610	400	32
Canale Sotto Battaglia e Cagnola	14980	462	5083	—	5545	370	2600	174
Canale Mirano	6630	98	897	3260	4255	642	230	35
Taglio Nuovissimo	21360	883	3686	3549	8118	381	1122	53
Canale di Loreo	6860	1815	—	13965	15780	2300	1330	193
Canale Cavanella di Po	1200	1596	—	13637	15233	12700	705	586
Naviglio Adigetto	75410	13897	—	3998	17895	237	456	6
Po di Levante	17500	1984	3145	—	5129	294	770	44
Canale Scortico	5870	2364	—	1494	3858	657	418	71
Naviglio Bussè	12740	645	300	2820	3765	296	430	34
Fossetta Mantovana	5500	650	—	290	940	171	200	36
Naviglio di Pavia	33103	53700	—	8800	62500	1885	710	21
Naviglio grande di Milano e Naviglio di Bereguardo	68830	65942	—	12900	78842	1145	2085	30
Naviglio della Martesana e Fossa Interna di Milano	44981	58524	—	4560	63084	1420	1260	28
Naviglio di Paderno	2605	34900	—	1100	36000	13820	438	168
Naviglio di Modena	15956	2800	1200	800	4800	301	—	—
Naviglio di Bologna	36434	14350	9450	—	23800	693	—	—
Canale Primaro e Volano	101508	628	1527	300	2355	23	—	—
Canale Corsini	11090	—	1210	36970	38180	3440	—	—
Canale da Livorno a Pisa	22546	3500	2000	16746	22446	998	955	42
Canale di Ripafratta	13500	665	4125	4435	9225	660	364	27
Im Ganzen	611096	275790	67126	158843	501959		19338	
Im Mittel	—	—	—	—	—	821		38

E. Erhaltungskosten aus Anlass der Schiffahrt im Mittel der Jahre 1871—1888 an den Flüssen Italiens.

Benennung	Länge des schiffbaren Theiles	Ausgabe vom Jahre 1871—1888	Mittlere Ausgabe per Jahr	Mittlere Ausgabe per Kilometer und Jahr	Anmerkung
Flüsse	Meter	Lire	Lire	Lire	
Lemene	25000	154637	8800	352·00	
Livenza	78000	22555	1290	17·00	
Piave	34000	135496	7750	228·00	
Sile	77000	718879	41050	534·00	
Brenta [1]	12000	661013	37830	3150.00	[1] Es wurden sehr bedeutende Arbeiten ausgeführt.
Bacchiglione	54000	173178	9900	183·00	
Etsch	212000	237757	13550	64·00	
Tartaro	31000	160159	9170	295·00	
Po	543000	244267	13960	26·00	
Mincio	21300	40722	2286	107·00	
Ticino	53914	865172	49500	920·00	
Adda	50380	785371	45000	894·00	
Panaro	57000	11851	678	12·00	
Arno	106000	87825	5020	47·00	
Tevere	144000	1571095	89800	622·00	
Im Ganzen	1498594	5869977			
Im Mittel	—	—	335884	224·00	
Seen.					
Lago di Como	80666	7158	3579	44·38	
Lago di Lugano	32000	133	66	2·08	
Lago maggiore	64600	1630	815	12·12	
Lago d'Iseo	25000	—	—	—	
Lago di Garda	52000	5700	2850	54·95	
Im Ganzen	254266	13631			
Im Mittel	—	—	7310	28·70	

4. Capitel.

Specielles über die Schiffahrtsverhältnisse der Etsch und ihrer wichtigsten Nachbarflüsse und Canäle.

A. Die Etsch.

Die Gesammtlänge der Etsch vom Ursprung bei Reschenscheideck bis zur Einmündung in das adriatische Meer bei Fossone beträgt nach den officiellen Angaben des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten in Rom 410 *km*.

Hievon ist die Etsch, wie aus Tafel I b zu entnehmen ist, bis Ossenigo (an der Grenze zwischen Tirol und Italien) bloss als flussbar betrachtet. In Italien wird die Etsch in zwei Theilstrecken, nämlich den ersten Theil von Ossenigo bis Legnago (129 *km* lang) und den zweiten Theil von Legnago bis zum Meere (83 *km* lang), getheilt.

Der erste Theil gehört zu den schiffbaren Flüssen der sogenannten dritten Classe, welche weniger als 1·00 *m* Fahrtiefe bei niedrigstem Wasserstande besitzen, der zweite Theil hingegen zu den Flüssen zweiter Classe, welche ein constantes Fahrwasser von weniger als 1·90 *m*, und mehr als 1·00 *m* besitzen.

I. Zweig der Etsch von Ossenigo—Legnago.

Die geringste Fahrwassertiefe dieses Zweiges beträgt 0·65 *m*, die minimale Breite im Wasserspiegel 100 *m*, am Grunde 80 *m* und unterhalb der Brücken 70 *m*.

In diesem Zweige befinden sich 15 Brücken. Das maximale Gefälle per Kilometer beträgt 1·30 *m*, die maximale Ober-

flächengeschwindigkeit bei normalem Wasser 2·50 und bei Hochwasser 5·00 *m* per Secunde.

Rücksichtlich des Schiffverkehrs auf diesem Theile der Etsch ist Folgendes zu erwähnen: Die maximale Tragfähigkeit der Boote beträgt 75 Tons, der Transportpreis per Tonnen-Kilometer beträgt bei der Bergfahrt 0·06 Lire und bei der Thalfahrt 0·05 Lire.

Es verkehren im Jahre im Mittel zu Berg 94 Schiffe mit 700 Tons und zu Thal 2440 Schiffe mit 167.000 Tons.

II. Zweig der Etsch von Legnago bis zum Meere.

In dieser 83 *km* langen Strecke des Etsch-Flusses beträgt die minimale Fahrwassertiefe 1·80 *m*, die minimale Breite am Wasserspiegel ist 80 und an der Sohle 68 *m*. 6 Brücken durchkreuzen diesen Theil der Etsch.

Das maximale Gefälle beträgt per Kilometer 0·238 *m*, die maximale Oberflächengeschwindigkeit bei gewöhnlichen Wässern 1·20, bei Hochwässern 1·90 *m* per Secunde.

Die maximale Tragfähigkeit der Boote ist 150 Tons, der Transportpreis per Tonnen-Kilometer bei der Bergfahrt 0·09 und bei der Thalfahrt 0·06 Lire.

Im Mittel verkehren im Jahre bergwärts 696 Schiffe mit 13.840 Tons und thalwärts 1200 Schiffe mit 58.000 Tons.

Der Gesammtverkehr auf der ganzen Etsch im Königreiche Italien von Ossenigo bis zum adriatischen Meere beträgt sonach bei der Bergfahrt 790 Schiffe mit 14.540 Tons und bei der Thalfahrt 3640 Schiffe mit 225.000 Tons.

B. Der Canal bianco und Po di Levante.

Seine Länge von Canda bis zur Einmündung in das adriatische Meer bei Porto Levante beträgt 89·54 *km*, die minimale Fahrwassertiefe 1·50 *m*, die minimale Breite im Wasserspiegel 35·0 *m*.

Das maximale Gefälle per Kilometer beträgt 0·08, die maximale Oberflächengeschwindigkeit 0·80 *m*, die Wasserconsumtion 28 m^3 per Secunde.

Die maximale Tragfähigkeit der Schiffe ist 150 Tons. Es verkehren bergwärts 866 Schiffe mit 54.823 und thalwärts 384 Schiffe mit 9636 Tons im Jahre.

C. Der Naviglio Adigetto.

Er entnimmt das Wasser aus dem Etsch-Flusse bei Badia, wo er beginnt und ist bis Punta Stramazzo, also im ganzen 75·41 *km* lang. Die minimale Fahrwassertiefe beträgt 1·50 *m*, die minimale Breite des Wasserspiegels 10·0 *m*, das maximale Gefälle per Kilometer 0·10 *m*, die maximale Oberflächengeschwindigkeit des Wassers 1·00 *m* und die Wasserconsumtion 10 m^3 per Secunde.

Die maximale Tragfähigkeit der Schiffe beträgt 30 Tons. Es verkehren auf der Bergfahrt 260 Schiffe mit 5300 Tons und auf der Thalfahrt 580 Schiffe mit 17.400 Tons.

D. Der Tartaro-Fluss.

Er entspringt in Povegliano bei Villafranca und verliert bei Canda, wo er in den Canal bianco und Po di Levante übergeht, seinen Namen. Von dieser Gesammtstrecke von 81 *km* Länge ist nur die 30·57 *km* lange Strecke von Bastion St. Michele bis Canda schiffbar und zwar zur ersten Classe gehörig. Die minimale Fahrwassertiefe beträgt 2·50 *m*, die minimale Breite des Wasserspiegels 30 *m*, das maximale Gefälle per Kilometer 0·09 *m*, die maximale Oberflächengeschwindigkeit des Wassers gewöhnlich 0·40, bei Hochwasser 0·50 *m* per Secunde.

Die maximale Tragfähigkeit der Schiffe beträgt 20 Tons. Es verkehren im Jahre bergwärts 100 Schiffe mit 2000 Tons und thalwärts 80 Schiffe mit 955 Tons.

E. Der Gorzone-Fluss.

Von Tre Canne, wo er schiffbar wird, bis zur Einmündung in das adriatische Meer bei Brondolo ist er 56·4 *km* lang, 14 *m* breit, besitzt ein maximales Gefälle von 0·12 *m* per Kilometer und eine maximale Oberflächengeschwindigkeit des Wassers von 0·45 *m* per Secunde.

Die maximale Tragfähigkeit der Schiffe beträgt 30 Tons.

Es verkehren bergwärts 600 Schiffe mit 5200 Tons und thalwärts 550 Schiffe mit 4400 Tons.

F. Der Po.

Der Po misst von seinem Ursprunge am Monte Viso bis zur Mündung in das adriatische Meer 672 *km*. Wie aus Tafel I b zu entnehmen ist er bis Chivasso unterhalb Turin bloss flössbar, von da bis zum Meere aber auf eine Länge von 543 *km* schiffbar.

Nach dem Grade der Schiffbarkeit sind jedoch drei Flussstrecken zu unterscheiden, und zwar: 1. Die Strecke von Chivasso bis Palazzola, 22 *km* lang, in welcher der Po als schiffbarer Fluss der sogenannten dritten Classe, 2. diejenige von Palazzola bis zur Mündung des Lambro oberhalb Piacenza, 150 *km* lang, woselbst der Po der zweiten Classe angehört und endlich 3. diejenige vom Lambro bis zum Meere, 371 *km* lang, woselbst der Po ein schiffbarer Fluss erster Classe ist.

1. Der Po von Chivasso bis Palazzola.

Die minimale Fahrwassertiefe beträgt hier 0·80 *m*, die minimale Breite des Wasserspiegels 100 *m*. Der Verkehr ist bloss thalabwärts und beträgt im Jahre 230 Schiffe mit ca. 6500 Tons. Im Jänner und Februar, sowie in der Zeit vom August bis December ist das Wasser oft unter dem Normale, so dass die Schiffahrt nur schwer von statten geht, oder auch ganz eingestellt wird.

2. Der Po von Palazzola bis zum Lambro.

Die minimale Fahrtiefe beträgt hier 1·50 *m*, die Breite im Wasserspiegel 150 *m*, das maximale Gefälle per Kilometer 0·30 *m*, die Oberflächengeschwindigkeit der normalen Wässer 1·00 *m* und diejenige bei Hochwasser 3·50 *m* per Secunde.

Die Schiffe haben eine maximale Tragkraft von 70 Tons. Es verkehren bergwärts 280 Schiffe mit 12.000 Tons und thalwärts 300 Schiffe mit 7000 Tons jährlich.

Die Schiffahrt ist das ganze Jahr hindurch, mit Ausnahme der Zeit grosser Hochwässer möglich.

3. Der Po vom Lambro bis zum Meere.

Die minimale Fahrwassertiefe beträgt hier 2·50 *m*, die minimale Breite des Wasserspiegels 200 *m*, das maximale Gefälle per Kilometer 0·15 *m*, die Oberflächengeschwindigkeit der gewöhnlichen Wässer 1·00 *m*, diejenige der Hochwässer 1·80 *m* per Secunde und schliesslich die maximale Tragfähigkeit der Schiffe 200 Tons. Die Schiffahrt ist mit Ausnahme der Hochwasserzeit das ganze Jahr offen. Es verkehren bergwärts 3217 Schiffe mit 190.000 Tons und thalwärts 4096

Schiffe mit 630.500 Tons per Jahr, wovon 440.000 Tons auf den Trachytstein für die Steinvorgründe und Steinwürfe bei den Po-Dämmen entfallen.

Im ganzen verkehren auf allen drei Strecken des Po bergwärts 3497 Schiffe mit 121.000 Tons und thalwärts 4656 Schiffe mit 644.000 Tons im Jahre.

Eine Abzweigung des Po an seinem Delta bildet der Po di Goro, welcher von seinem Beginne bei St. Maria in Punta bis zur Einmündung in das adriatische Meer bei Porto di Goro 50 *km* lang ist und eine minimale Fahrwassertiefe von 1·00 *m* besitzt. Die Schiffahrt ist auf diesem Arme unbedeutend und sehr unregelmässig.

G. Die Brenta.

Sie ist vom Ursprunge beim Caldonazzo-See in Tirol bis zur Einmündung in das adriatische Meer 174 *km* lang, wovon vom Campo St. Martino bis Limasso 12 *km* schiffbar sind. Die geringste Fahrwassertiefe beträgt 1·00 *m*, die minimale Breite im Wasserspiegel 56 *m*, das maximale Gefälle 0·40 *m* per Kilometer, die Oberflächengeschwindigkeit bei gewöhnlichem Wasserstande 0·48 *m*, bei Hochwasser 2·00 *m* per Secunde.

Die maximale Tragfähigkeit der Schiffe beträgt 70 Tons. Es verkehren im Mittel über 5000 Schiffe in der Zeit vom April bis December, während in den Monaten Jänner, Februar und März die Schiffahrt wegen zu niedrigen Wasserstandes gewöhnlich unterbrochen ist.

FINIS

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

ALPHABETISCHES REGISTER.

A.

Seite

Abänderung der Vollzugsvorschrift der I. Section 1881 . . . 379
Abflusscoëfficienten der III. Section nach Iszkowski . . . 311
Abflusscoëfficient in der I. Section (Revision 1891) . . . 294
Abflussgeschwindigkeit der Regenwässer . . 260
Abflussmengen-Berechnung der III. Section (Revision 1891) . . . 309
Abflussmengen der Section I/a im Juli 1890 (Revision 1891) . . . 393
Abflussmengen im Juli 1890 bei der Sigmundskroner Brücke . . . 295
Abflussmengen ober der Lorenzo-Brücke 1890 314
Abfluss- und Regenmengen der oberen Etsch und der Eisack im Juli 1890 (Revision 1891) 300
Abfluss- und Regenmengen im Juli 1890 in der I. Section (Revision 1891) . . . 294
Abflussvermögen des Lidorno-Durchstiches . 73
Ableitung des Wassers aus den Baugruben der Etsch . . . 136
Ableitungen von Wildbächen thalabwärts . . 68
Abschluss der Altbetten beim Florianer und Mitterlinger Durchstich . . . 307
Abzugsgräben der III. Section (Revision 1891) 319
Achen-See . . . 9
Acuto Giovanni, Durchstechung der Etsch-Dämme 1391 . . . 193
Adamello, Geologische Verhältnisse . . . 5, 31
Adamello-Gruppe . . . 26
Adda . . . 6, 7
Adda-Gefälle . . . 6
Adda, Geologischer Charakter . . . 5
Adda, Grössenverhältnisse . . . 1
Adda-Mündungswinkel . . . 6
Adese, Name der Etsch . . . 1
Adigetto . . . 190
Adigetto, Entstehung . . . 192
Adigetto, Seitencanal der Etsch . . . 3
Adriatisches Meer . . . 4
Adriatisches Meer, Aenderungen in vorhistorischer Zeit . . . 22
Adriatisches Meer, Darstellung des Vorrückens der Küste . . . 16
Adriatisches Meer, Einfluss der Meeresbewegungen auf die Entwicklung der Küste . . 11
Adriatisches Meer, Höhenlage der Küsten-Lidos 22
Adriatisches Meer, Hohlkehle in der dalmatinischen Küste . . . 22
Adriatisches Meer, Küste von Pesaro . . . 21
Adriatisches Meer, Marino comune . . . 11
Adriatisches Meer, Mauern- und Mosaikböden unter dem Meeres-Niveau . . . 21, 22
Adriatisches Meer, Meeresströmungen . . . 11
Adriatisches Meer, Säculare Boden- und Meeresschwankungen der Küste . . . 20
Adriatisches Meer, Undulatorische Bewegungen der Küste . . . 22
Adriatisches Meer, Wellenbewegungen . . . 11
Adriatisches Meer, Windrose . . . 12
Adriatisches Meer, Wirkung der Küstenbewegungen auf den Wasserbau . . . 24

Seite

Adria . . . 14
Adria, Haus des Conci . . . 21
Adria, Stadtgründung . . . 14
Adria, Verlandungen bei der Stadt Adria . . 17
Adria, Versinken von Gebäuden . . . 21
Aegis . . . 13
Aelteste Anfänge der Etsch-Regulierung in Tirol . . . 99
Aelteste Hochwassermarken in Tirol . . . 226
Aerarial-Beitrag vom Jahre 1826 . . . 102
Afers-Bach . . . 30
Afing-Bach . . . 30
Agordo . . . 9
Ahorn-Spitze . . . 27
Aichholz . . . 66
ai Vodi, Eisenbahnviaduct am Avisio . . . 70
„ai Vodi"-Viaduct, Behandlung desselben nach Semrad . . . 171
Ala . . . 74
Ala-Bach . . . 31
Albaredo . . . 2
Alessi, Alter Etsch-Lauf . . . 192
Allerhöchste Entschliessung vom Jahre 1846 108
Allerhöchste Entschliessung vom Jahre 1826 102
Allgemeine Grundsätze des ausgeführten Etsch-Regulierungsprojectes . . . 120
Alluvial-Gebiete der Etsch, des Ticino, der Adda, des Oglio und der Sarca . . . 46
Alluvium . . . 45
Alluvium des Etsch-Thales, Cubikinhalt . . 46
Alpen, Alluvium . . . 45
Alpen, Bau der Alpen . . . 53
Alpen, Centrale Kette der Mittel-Alpen . . 25
Alpen, Centrale Zone der Ost-Alpen . . . 26
Alpen, Devonische Formation . . . 35
Alpen, Diluvium . . . 42
Alpen, Eintheilung derselben . . . 25
Alpen, Entstehung . . . 54
Alpen, Entstehung der Kettengebirge . . . 50
Alpen, Eozän-Formation . . . 42
Alpen, Eruptivgesteine der Trias . . . 39
Alpen, Flüsse an den Südabhängen . . . 1
Alpen, Jura-Formation . . . 41
Alpen, Känozoische Formationen . . . 41
Alpen, Kreide-Formation . . . 41
Alpen, Landschaftlicher Charakter . . . 58
Alpen, Neogen-Formation . . . 42
Alpen, Obere Trias . . . 38
Alpen, Phyllit-Gruppe . . . 35
Alpen, Querschnitt . . . 2
Alpen, Räthische . . . 25
Alpen, Schichtenbau . . . 56
Alpen, Steinkohlen-Formation . . . 35
Alpen, Südliche Zone der Mittel-Alpen . . . 26
Alpen-Verein (österr. und deutscher), Eingabe betreffend hydrographische Beobachtungen 345
Alpiner Muschelkalk . . . 38
Alpone, Seitenbach der Etsch . . . 3
Alter der Etsch-Alluvien . . . 47
Alter der Wildbach-Schuttkegel . . . 47
Alter Etsch-See von Bozen abwärts . . . 47
Altino . . . 13
Ambrosi, Storia Trentina . . . 147

Seite

Ammiana . . . 21
Ampezzaner Thal . . . 9, 29
Ampolla-Thal zur Eiszeit . . . 44
Anguillara . . . 3
Anguillara, Durchstechung des Etsch-Dammes 1404 . . . 193
Antholzer Alpen . . . 28
Antholzer See . . . 31
Antholzer Thal . . . 28
Antonius . . . 15
Anschüttungen bei Etsch-Dämmen . . . 136
Anzahl der Regentage und Niederschlagsmengen in St. Michele und Maso Togn . 245
Apenninen, Geologischer Charakter . . . 4
Apollonio, Geschwindigkeitsmengen bei Trient 144
Apollonio, Relation 1885 . . . 71
Apollonio und Obrelli, Fersina-Sperre . . . 146
Aquileja . . . 4
Aquileja, Gründung von Grado . . . 14
Aquileja, Küste . . . 13
Aquileja, Versinken der Küste . . . 21
Aretin 1808, Ueber Wildbäche . . . 338
Argine in froldo . . . 201
Argine di golena . . . 201
Aristoteles, Phisic. . . . 13
Aristoteles, Ueber die Po-Ebene . . . 13
Arl-Scharte . . . 28
Arles . . . 4
Arnhorn . . . 28
Arn-Thal . . . 27
Astico . . . 10
Atacim, Name der Etsch . . . 2
Atacis, Name der Etsch . . . 2
Atagin, Name der Etsch . . . 2
Atax, Name der Etsch . . . 2
Atesis, Name der Etsch . . . 2
Atisona, Name der Etsch . . . 2
Atlantisches Minimum des Luftdruckes . . . 215
Atrianus, irrthümlicher Name der Etsch . . 2
Atti della commissione tecnica nelle Provincie Venete 1885 . . . 196
Auer . . . 66
Auerer Durchstich . . . 127
Auerer Durchstich, Erweiterung (Revision 1891) 307
Aufsaugungsfähigkeit des Bodens . . . 347
Augustus . . . 14
Ausgleich der Sohlencurve der I. Section . . 291
Ausgleichsgefälle der I. Section . . . 122
Aushub unter Wasser bei Etsch-Bauten . . 136
Austausch von Druckwerken . . . 347
Avesa, Seitenbach der Etsch . . . 3
Avisio . . . 3
Avisio, Abflusscoëfficienten nach Iszkowski . 313
Avisio, Aelteste Schutzbauten . . . 167
Avisio, Alter Situationsplan . . . 167
Avisio, Ansichten Salis' über die Einmündung 130
Avisio, Ansichten Salis' über die Avisio-Sperre 172
Avisio, Beschreibung des Flusslaufs . . . 146
Avisio, Einmündung in die Etsch . . . 130
Avisio-Gefälle (Tabelle) . . . 165
Avisio-Gletscher zur Eiszeit . . . 44
Avisio, Hochwassermenge 1889 . . . 313
Avisio, Hochwassermenge 1882 nach Hüny . 312

Seite
Avisio, Hochwassermenge 1882 (Revision 1891) 310
Avisio, Hochwassermenge im Jahre 1885 . . 312
Avisio im Fassa-Thal 146
Avisio im Fleims-Thal 164
Avisio, Längenprofil oberhalb der Sperre von St. Giorgio 165
Avisio, Project Kink's für die Thalsperren . 169
Avisio, Project Nowak's 1803 168
Avisio, Project Pasetti's 1845 168
Avisio, Project Semrad's für die Bachregulierung 169
Avisio, Project Semrad's für zwei Thalsperren bei St. Giorgio 170
Avisio-Regulierung, Auftheilung der Kosten auf Section II und III 127
Avisio, Regulierungsprojecte für die Einmündungsstelle 168
Avisio, Revisions-Commission 1886 172
Avisio-Rückstau 70
Avisio-Schuttkegel 70, 166
Avisio, Seine Bedeutung 164
Avisio-Sperre, Ableitung des Wassers aus dem Entlastungscanale 1889 321
Avisio-Sperre, Ableitung des Wassers durch einen Tunnel 328
Avisio-Sperre, Ableitung des Wassers durch den linksufrigen Vorkopf 329
Avisio-Sperre, Angriffnahme der Reconstruction des Entlastungscanales 1890 324
Avisio-Sperre, Anlage der Durchlässe . . . 178
Avisio-Sperre, Anlage einer zweiten Sperre oberhalb derselben 329
Avisio-Sperre, Ansichten Apollonio's 322
Avisio-Sperre, Ansichten de Pretis' 322
Avisio-Sperre, Ausgeführtes Project des Umlaufcanales 327
Avisio-Sperre, Auskolkung im Umlaufscanal 1889 321
Avisio-Sperre, Baukosten 179
Avisio-Sperre, Bauvergebung 178
Avisio-Sperre bei St. Giorgio, Baubeschreibung 173
Avisio-Sperre, Commission vom 30. Dec. 1890 327
Avisio-Sperre, Commission 1889 321
Avisio-Sperre, Festigkeitsconstruction . . . 174
Avisio-Sperre, Fundierung 177
Avisio-Sperre, Gutachten der geologischen Reichsanstalt 326
Avisio-Sperre im Jahre 1882 179
Avisio-Sperre, Ministerialsitzung v. 4. Jänner 1890 323
Avisio-Sperre, Ministerialsitzung im Februar 1891 327
Avisio-Sperre, Monnier-Belag der Canalsohle nach Prenninger 327
Avisio-Sperre, Nothwendigkeit grosser Sperren bei Lavis 341
Avisio-Sperre, Nothwendigkeit weiterer Grundsperren 327
Avisio-Sperre, I. Project der Bauleitung . . 321
Avisio-Sperre, II. Project der Bauleitung . . 323
Avisio-Sperre, Project Kink's 329
Avisio-Sperre, III. Project (Schrey) 323
Avisio-Sperre, Project Semrad's 328
Avisio-Sperre, Project Weber's für Reconstruction des Umlaufcanales 327
Avisio-Sperre, Reconstruction durch Verwandlung in zwei Uferfallswehre 327
Avisio-Sperre, Reconstructions-Project (Revision 1891) 321
Avisio-Sperre, Schliessung der Durchlässe . 179
Avisio-Sperre, Studien Weber's für Reconstruction derselben 327
Avisio-Sperre, Umwandlung in ein Ueberfallswehr von Eisen 328
Avisio-Sperre, Umwandlung in ein Ueberfallswehr von Stein 328
Avisio-Sperre, Wahl der Bauzeit 176
Avisio-Sperre, Wasserableitung 177

Seite
Avisio-Sperre, Wasserkraftanlage zur Wasserschöpfung und Beleuchtung 177
Avisio-Sperre, Zerstörung der Arbeiten im Entlastungscanale 325
Avisio-Thal 29
Avisio-Ursprung am Fedaja-Pass 164
Avisio-Vorsperre bei Maso Frank 174
Avisio, Wassermengen 165
Avisio, Wassermengen nach Apollonio . . . 166
Avisio, Wassermengen nach Semrad 165
Avisio, Wassermessungen der Bauleitung . . 166
Avisio, Zerstörungen im Jahre 1882 88

B.

Bacchiglione 5, 10
Bacchiglione, Grössenverhältnisse 1
Baden, Centralanstalt für Meteorologie und Hydrographie 362
Badia-polesine 3
Barnes-Bach 31
Barometrische Depressionen 223
Bassano 10
Bastion St. Michele 15
Bau-Ausführung der III. Section 135
Baubeschreibung für Bauvergebungen an der Etsch 136
Bau der Alpen 53
Baukosten der Etsch-Regulierung, II. Section 129
Baukosten, I. Section 126
Baukosten, Section I/a 127
Bauleiter der Regulierungs-Sectionen . . . 115
Bauprogramm, Section I/a 127
Bauvergebung und Bauverträge bei der Etsch-Regulierung 136
Beitragsleistung der Interessenten zur Etsch-Regulierung 140
Bekrönung der Dämme 137
Belgrand, Hochwasserprognosen in Paris . . 357
Belluno 9
Benaco (Lago di Garda) 7
Bergamo, Schnitt durch die Po-Ebene . . . 5
Bernstein-Inseln 13
Beseno, Schloss 181
Bevano 5
Bewölkung im Etsch-Gebiet 221
Bianchi, Specimen aestus maris 21
Biancone 41
Biadego, Monografie tecniche 204
Binnenentwässerungsgräben, II. Section 69, 128
Binnenentwässerungsgräben, III. Section . . 131
Bittner, Sedimentgebilde 57
Blumau, Zerstörungen im Jahre 1882 . . . 87
Bocca di Brenta 26
Bocca di Fossone 10
Bocchi, L'Adige 3
Bocchi, Trattato geografico economico . . . 3
Boden und Meeresschwankungen an der venetianischen Küste 20
Bodincus, Name des Po 6
Bodi, Namen fliessender Gewässer bei den Arabern 6
Böhm und Schwind, Normalprofil I. Section 124
Böhm und Schwind, Project Meran—Bozen . 111
Boita 9
Bompiani, Inspector 196
Bondeno-Sumpf 14
Bora 12
Borghetto 74
Borgo 9
Borgo di San Tommaso 181
Borgo, Ueberschwemmungskatastrophe 1882 . 10
Bottenico 10
Bovolenta 11

Seite
Bozen-Meraner technischer Club, Resolution betreffend hydrographische Beobachtungen 345
Bozener Neufeld 123
Bozener Phorphyr-Plateau 32
Brandis-Bach 31
Brante-Thal 65
Branten-Bach 31
Branzoll 65
Branzoller Durchbruch, Einfluss auf die Hochwasserberechnung in Section I/a 298
Bronziero, Istoria del Polesine 192
Brembo 7
Brenner 27
Brenta 5, 9
Brenta, Beschreibung des Flusslaufes 9
Brenta, Einmündung in das Meer 10
Brenta-Gletscher zur Eiszeit 45
Brenta, Grössenverhältnisse 11
Brenta-Gruppe 26
Brenta-Gruppe, Geologie 40
Brenta morta 10
Brenta, Vorhistorischer Lauf 10
Brentone 10
Breton, Ueber grosse Thalsperren, Nothwendigkeit derselben 340
Brixen 30
Brixen, Geologischer Charakter 5
Brixen im Jahre 1882 87
Brondolo 10
Brücke della Retta, Durchflussprofil 311
Brückenerweiterung 121
Brückenhebung in der II. Section (Revision 1891) 307
Bruneck, Drau-Spalte 4
Brunst-Bach 30
Buch, L. v., Bau der Alpen 33
Buchensteiner Schichten 38
Bucchia, Prof. 196
Burano 13
Busé-Bach 189
Busin, Meteorologia del Trentino 220
Bussolengo, Beginn der Etsch in Italien . . 2

C.

Cadino-Bach 31
Cadin-Joch 165
Caldonazzo-See 9, 28
Camelli-Sperre am Rossbach, Beschreibung . 186
Camelli-Sperre, Kostenberechnung 186
Campo Trentino 71
Cameraso-Thal 74
Canal bianco, Allgemeines 3, 9
Canal bianco, Höhenlage 200
Canal di Loreo 191
Canal Ponte lungo 11
Canezza im Jahre 1882 89
Cantanghel-Sperre, Ableitungscanal 162
Cantanghel-Sperre, Bau-Ausführung 162
Cantanghel-Sperre, Bauvertrag 162
Cantanghel-Sperre bei Trient 160
Cantanghel-Sperre, Früherer Bau 161
Cantanghel-Sperre, Herstellung und Schliessung der Durchlässe 163
Cantanghel-Sperre, Kostenabrechnung . . . 163
Cantanghel-Sperre, Neuer Bau 161
Cantanghel-Sperre, Petitionen zum Wiederaufbau nach dem Einsturze 1882 341
Cantanghel-Sperre, Zerstörung 1882 161
Caorle, Gründung 14
Caorle, Lagune 9
Carl der Grosse 14
Carlin-Bach, Etsch-Ursprung 2
Casale 7
Casalmaggiore 7

Seite

Cassianer Schichten . . . 39
Castagnaro-Durchbruch 1498 . . . 193
Castagnaro, Entlastungscanal . . . 188
Castelbarco, Wilhelm v. . . . 181
Castelnuovo . . . 10
Castel Pietra . . . 181
Castrasia . . . 21
Cavalese im Jahre 1882 . . . 88
Cavanella di Po . . . 191
Cavarzere . . . 3
Cavelonte-Bach . . . 31
Cecina . . . 15
Ceggio . . . 10
Cei-See . . . 31
Cembra-Thal . . . 31
Cembra-Thal im Jahre 1882 . . . 88
Centa . . . 10
Centa-Durchstich, Normalprofil 1886 . . . 134
Centa- und Briamasco-Durchstich (Erweiterung) . . . 130
Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Gründung . . . 216
Central-Europa, Querschnitt . . . 2
Centralmassive, Entstehung . . . 51
Cephalopoden-Kalk . . . 38
Cezanne Ernst, Ansichten über die Eiszeit und die torentielle Periode . . . 48
Cherio . . . 7
Chiavona . . . 10
Chieppena . . . 10
Chiese . . . 7
Chioggia, Gründung . . . 14
Chioggia, Lagune . . . 10
Chiròla . . . 192
Chirola, Name der Etsch . . . 2
Chiusa di Verona . . . 74
Chiusole . . . 73
Chiusole, Regulierung der Etsch . . . 135
Cima d'Asta . . . 10, 28
Cima d'Asta in geologischer Hinsicht . . . 32, 57
Cima di Lagorei . . . 28
Cima di Vallon . . . 29
Cima dodici . . . 10, 11, 28
Cima Fadalto . . . 9
Cima posta . . . 28
Cimon della Palla . . . 28
Cismone . . . 10
Civezzano, Schlucht der Fersina . . . 31, 146
Classis, Lagune . . . 14
Cles . . . 30
Cles Bernhard, Bischof von Trient . . . 148
Colli Euganei . . . 11
Colmation der Niederungen im Etsch-Thal, Sache der Zukunft . . . 120, 336
Colmation, Unmöglichkeit überflutbarer Werke im Etsch-Thale . . . 304
Colombano-Sperre . . . 185
Comacchio, Lagune . . . 14
Comer-See . . . 4
Concentrierungswerke . . . 121
Conche . . . 10
Concordia . . . 14
Concurrenzbeiträge der III. Section, Repartitions-Tableau . . . 141
Concurrenzgebiet der III. Section . . . 140
Concurrenzclasssen der III. Section . . . 141
Cordevole-Thal . . . 29
Cordevole, torrente . . . 9
Cordone littorale . . . 11
Cormone . . . 5
Cornicchio-Sperre bei Trient . . . 153
Corno dei tre Signori . . . 30
Corte . . . 10
Corvo-See . . . 31
Costanziacha . . . 21
Cottische Alpen . . . 4
Cremona . . . 7
Cretazeische Ablagerungen . . . 41
Crotta d'Adda . . . 7
Crugnola, Barrages de Gileppe . . . 174
Cucca, Etsch-Durchbruch im 6. Jahrhundert . . . 2
Cultur des Etsch-Thales, Nothwendigkeit des Schutzes desselben . . . 333
Cyklonenbildung . . . 222
Cyklonen, Vorwärtsbewegung . . . 224

D.

Dachstein-Kalk . . . 39
Dalmatinische Küste . . . 22
Dämme, Ausführung . . . 138
Dämme bei Legnago . . . 188
Dämme, Erste Bauten im 12. Jahrhundert in Italien . . . 14
Dämme der Etsch, deren Nothwendigkeit . . . 120
Dämme in Italien, Seltenheit der Durchbrüche . . . 203
Dämme in Tirol, älteste Anfänge . . . 100
Dämme, Nachtheile zu niedriger Dämme . . . 335
Dämme, Nothwendigkeit derselben in Section II . . . 305
Dammbruch, Berechnung der Ausflussmenge . . . 314
Dammbruch des Po bei Ficarolo . . . 14
Dammbrüche, Häufigkeit in verschiedenen Jahreszeiten . . . 203
Dammerhöhung der III. Section (Revision 1891) . . . 316
Dammerhöhung in Curven (Revision 1891) . . . 316
Dammerhöhungen in Italien nach dem Jahre 1882 . . . 197
Dammhebungen in der I. Section (Rev. 1891) . . . 294
Dammhebung in Italien nach 1868 . . . 195
Damm-Nivelette, Höhe über dem Hochwasser in der Section I/a . . . 297
Damm-Constructionskosten in Italien 1882 . . . 197
Dammrisse, Schädlichkeit der Offenhaltung derselben . . . 336
Dammstärken an der Etsch in Italien . . . 201
Dammsystem in Tirol und öffentliche Meinung . . . 336
Dampfdruck und relative Feuchtigkeit . . . 221
Dante, Ueber die Slavini di Marco . . . 60
Daone-Gletscher der Eiszeit . . . 44
Dauer einzelner Wasserstände in Legnago . . . 203
Deckwürste . . . 137
Defregger-Alpen . . . 29
Defregger-Thal . . . 28
Demolierung alter Mauern . . . 138
Depressionscentrum . . . 223
Descartes . . . 50
Dese . . . 5
Deutsch-Metz . . . 66
Devonische Formation . . . 35
Diener, Dr. Karl, Der Gebirgsbau der West-Alpen . . . 4
Diluvial-Terrassen . . . 44
Diluvium . . . 42
Dimaro . . . 26
Dipauli, Baron Anton, Berichterstatter im Jahre 1875 . . . 111
Dogger . . . 41
Dolo . . . 10
Dolomit-Alpen von Süd-Tirol . . . 28
Doppelprofil-Princip . . . 331
Dora baltea . . . 4, 6
Dora Riparia . . . 6
Doss Trento . . . 71
Drau-Quelle . . . 28
Drau-Spalte . . . 4
Drau-Thal . . . 28
Drei Zinnen . . . 29
Dünkelberg, Culturtechnische Skizzen . . . 67
Düren-See . . . 30
Dürnholzer Bach . . . 30
Duile, System der Wildbachverbauung . . . 338
Dupuit, Ueber die Ueberschwemmungen . . . 330
Durance . . . 4
Durchflussmengen der II. Section (Revision 1891) . . . 307
Durchflussprofile der I. Section, Berechnung (Revision 1891) . . . 293
Durchführungs-Verordnung zum Elementargesetz vom 13. März 1883 . . . 381
Durchstiche, Allgemeine Grundsätze . . . 121
Durchstich bei Ischia Perotti . . . 70
Durchstich Besenello-Calliano, Normalprofil 1886 . . . 135
Durchstiche der Etsch in den fünfziger Jahren (II. Section) . . . 69
Durchstiche der Etsch in Italien (Tabelle) . . . 202
Durchstiche der III. Section, Princip der Ausführung . . . 136
Durchstichs-Projecte bei Zambana . . . 129
Durchstich von Briamasco . . . 70
Durchstich von Calliano-Besenello . . . 131
Durchstich von Centa . . . 70
Durchstich von Nomi . . . 70
Durchstich von Virginia . . . 70
Durwu-Bach . . . 31
Dyas-Formation . . . 36

E.

Ebbe und Flut im adriatischen Meere . . . 11
Eggen-Thal . . . 29
Eintiefung der Etsch, I. Section . . . 126
Eintiefung des Flussbettes, I. Section . . . 291
Eintiefung des Flussbettes in der Section I/a (Revision 1891) . . . 296
Eintiefung des Flussbettes in der Section II. (Revision 1891) . . . 305
Eintiefung des Flussbettes in der III. Section (Revision 1891) . . . 308
Eisack . . . 3, 30
Eisack-Einmündung in die Etsch . . . 64
Eisack-Einmündung, Regulierungs-Ideen . . . 297
Eisack-Gletscher . . . 42
Eisack im Jahre 1882 . . . 87
Eisack, Linkes Ufer von der Talfer-Mündung abwärts (Einbruchsgefahr) . . . 297
Eisbruck-See . . . 31
Eisenbahnbrücke bei Gmund (Neubau) . . . 128
Eisenbahnbrücke bei St. Michele, Früherer Zustand . . . 69
Eis-See . . . 31
Elementarcommission in Italien 1882 . . . 196
Elementarschäden der Jahre 1889 und 1890, Kostenbedeckung . . . 98
Elementarschäden der Südbahn . . . 99
Elie de Beaumont . . . 50
Emmer-Bach . . . 30
Enneberger-Thal . . . 29
Entlastungscanäle in Italien, Schliessung derselben . . . 193
Entstehung der Alpen im Etsch-Gebiet . . . 54
Entwässerung des Binnenlandes . . . 121
Enza . . . 6
Eozän-Formation . . . 42
Eppaner Abzugsgraben, Hochwassermenge (Revision 1891) . . . 293
Equilio . . . 21
Eratische Blöcke . . . 42
Erdfalten, Abgewickelte Länge derselben . . . 51
Erdkruste, Einschrumpfung derselben . . . 51
Erdkruste, Entstehung . . . 50
Eremitano, Einsinken der Lido-Inseln . . . 22
Erfolg der Etsch-Regulierung, I. Section . . . 290
Erfolg der Etsch-Regulierung, Section I/a (Revision 1891) . . . 295

Seite
Erfolg der Etsch-Regulierung, Section II. (Revision 1891) 304
Erfolg der Etsch-Regulierung der III. Section (Revision 1891) 308
Ergänzungsproject der III. Section nach Weber 139
Erhaltungskosten der Schiffahrt in Italien . . 403
Eriodanus 14
Erstarrung der Erde, Theorien 50
Eruptivgesteine der Trias 39
Ese, Name der Etsch 2
Este 11
Estuario Padano 13
Etrusker am Po 14
Etsch, Aelteste Dämme in Italien 193
Etsch, Allgemeines 1
Etsch, Allgemeine Beschreibung der Etsch in Tirol 25
Etsch, Allgemeine Beschreibung des Flusslaufes 2
Etsch, Allgemeine Flussbeschreibung 29
Etsch, Allgemeines Gefälle 3
Etsch, Alter der Alluvien 47
Etsch, Alter der Wildbäche 47
Etsch-Bauinspector 115
Etsch, Beschreibung des Gebirgsbeckens . . 25
Etsch-Bucht in geologischer Hinsicht . . . 57
Etsch-Dämme in Italien, Construction . . . 201
Etsch-Dämme in Italien, Längenausdehnung und Construction (Tabelle) 202
Etsch-Dämme in Italien, Materiale 201
Etsch-Dämme in Italien, Mittel gegen Sickerungen 201
Etsch-Dämme in Italien, Uebersichtstabelle . 195
Etsch, Die drei Quellseen 62
Etsch, Die Seen des Etsch-Gebietes 31
Etsch-Durchbruch bei Cucca 589 n. Ch. . . 192
Etsch-Durchbrüche bei Malopera und Castagnaro 193
Etsch-Durchstiche vom Bahnärar ausgeführt 109
Etsch, Fiume pensile 3
Etsch, Flussbreiten 3
Etsch, Geologie der Etsch-Bucht 33
Etsch, Geologische Verhältnisse in Tirol . . 32
Etsch, Geologische Verhältnisse in Italien . . 4
Etsch-Gletscher der Eiszeit, Endmoräne . . 74
Etsch-Gletscher zur Eiszeit 44
Etsch, Gesammtlänge 3
Etsch, Hochwasserzeit 3
Etsch, Inhalt der Etsch-Alluvien 46
Etsch in Italien 190
Etsch in Italien, Geschichte 191
Etsch in Italien, Lauf in historischer Zeit . 192
Etsch in Italien, Seitenzuflüsse 189
Etsch in mythologischer Zeit 191
Etsch in Tirol, Besondere Topographie . . . 59
Etsch in Verona 187
Etsch-Lauf in Italien in vorhistorischer Zeit 191
Etsch, Lombardini's Ansicht über vorhistorische Zeit 191
Etsch, Name 2
Etsch, Niederschlagsflächen der Seitenzuflüsse 32
Etsch, Niederschlagsgrenzen 29
Etsch-Regulierungs-Commission 115
Etsch-Regulierungsproject, I. Section (ausgeführt) 121
Etsch, Seitenflüsse 3, 30
Etsch, Silurische Formation 34
Etsch, Thalbildung 58
Etsch, Verhältnis der Alluvien zu anderen Thälern 46
Etsch, Verhältnis zu den venetianischen Flüssen 5
Etsch, Von der Eisack bis Gmund, Topographie 65
Etsch, Von Gmund bis St. Michele, Topographie 66
Etsch, Von Meran bis Bozen, Topographie . 64
Etsch, Von Sacco bis zum Meer, Flussbeschreibung 74
Etsch, Von St. Michele bis Sacco, Topographie 69
Etsch, Wasserconsumtion 3
Etsch zur Eiszeit 191
Evidenzhaltung des Flussbettes 347

F.

Falschauer, Ablagerungsplatz 122
Falschauer-Bach 3, 31
Fanesberg 29
Faschinenröste, Ausführungsbedingungen . . 137
Faschinenwürste 137
Fassaner Alpen 9
Fassaner Alpen 28
Fassa-Thal 31
Feldjäger-Bataillon Nr. 15 in Toblach 1882 . 85
Felsensprengung bei Sacco 135
Feltre 9
Ferracini, Erbauer der Fersina-Sperre . . . 151
Ferrara 7
Ferrara, Gründung 14
Ferrara nach Plinius' Beschreibung 14
Fersina 3, 31
Fersina, Ablagerungsbecken bei der Einmündung in die Etsch 147
Fersina, Eintiefung der regulierten Strecke . 147
Fersina-Gletscher zur Eiszeit 44
Fersina, Hochwassermengen nach Iszkowski . 313
Fersina, Längenprofil 146
Fersina, Pegelstände bei der Cornicchio-Brücke 313
Fersina-Regulierung und Virginia-Durchstich 147
Fersina, Separationswerk 147
Fersina-Sperre, Untersuchung 1857 152
Fersina-Thal, Geologisches 146
Fersina-Thal, Inneres 146
Fersina-Thal, Schäden im Jahre 1882 . . . 89
Fersina-Wildbach, Verbauung 145
Fibbio, Seitenbach der Etsch 3
Ficarolo, Dammbruch des Po 14
Fina 21
Finstermünz 25
Fischer, Einwirkung der Deiche 334
Fischer, Mechanische Nothwendigkeit des Eintiefens regulierter Flüsse 335
Flagger-Bach 30
Fleims-Thal 31
Fleims-Thal im Jahre 1882 88
Florianer Durchstich, Erweiterung (Revision 1891) 307
Flumen, Namen der Etsch 2
Flumen veclo, Namen der Etsch 2
Flumen vedre, Namen der Etsch 2
Flussbreiten der Etsch in Italien (Normale 1885) 202
Flussbreiten der Etsch 3
Flusslauf der Etsch, allgemein 2
Föhn 225
Folgaria 11
Fondo 26
Förstler-Hof 122
Forsttechnische Abtheilung für Wildbach-Verbauung 340
Fortis, Viaggio in Dalmatia 21
Fosetto 15
Fossa filistina 2
Fossa Lovara 10
Fossa maestra von St. Michele 128
Fossa Polesella 9, 190
Fossone 3
Fra Sisinio in Cles, Meteorol. Beobachtungen 216
Franken 14
Franzensfeste 30
Französische Commission zur Untersuchung der Ueberschwemmungen 334
Frimond, Sulla fluidità del corpo 21
Frisio, Del modo di regolare i fiumi 21
Fritz, Periodische Erscheinungen 268
Frizzi, Memorie per la storie die Ferrara . . 21
Frost bei Grundgrabungen bei der Etsch . . 136
Frühjahrs-Hochwässer der Etsch in Italien . 203
Fulda, Annalen 867 77
Fumane, Seitenfluss der Etsch 3
Furkel-Bach 30
Fusina 10

G.

Gader-Bach 30
Gail-Thal 9, 35
Gala Placidia, Grabmal in Ravenna 21
Garbe, Ueber Dämme 332
Garda-See 4
Garda-See-Gletscher 44
Gargazon-Vilpianer Durchstich 122
Gattari, Alte Chronik 193
Gebirgsbecken der Etsch, Beschreibung . . . 25
Gefälle der Etsch, allgemein 3
Gefälle der Etsch in Italien (Tabelle) . . . 200
Gefälle der Etsch vor der Regulierung . . . 74
Gefälle in der III. Section 1890 315
Gefällsbruch bei Sacco 75
Geiersberg 66
Genua, Geologischer Charakter 4
Gerlos-Thal 27
Geschäftsordnung der Etsch-Genossenschaft der I. Section 397
Geschichte der Etsch-Regulierung in Tirol . 99
Geschiebeabfuhr bei Hochwasserdämmen . . 333
Geschiebebeobachtungen 347
Geschiebeführung bei ungenügendem Hochwasserprofil 335
Geschiebeführung und Längenprofil der Etsch in Italien 198
Geschiebemengen des Po und der venetianischen Flüsse 16
Geschiebeverhältnisse der untern Etsch . . . 69
Geschwindigkeit der Hochwasserwelle von Trient bis Legnago 209
Gesetz aus Anlass der Ueberschwemmungen 1882 vom 13. März 1883 379
Gesetz, betreffend Fristerstreckung der Wildbach-Verbauungen 390
Gesetz für die Regulierung der Etsch von Gmund bis Masetto vom Jahre 1879 . . . 368
Gesetze für die Etsch-Regulierung vom Jahre 1886 112
Gesetz für die Etsch-Regulierung von Meran bis Sacco vom Jahre 1879 366
Gesetz für die Regulierung der Etsch von Meran bis Sacco (Landesgesetz) 367
Gesetz 1875 für die Regulierung der Strecke Meran—Bozen 111
Gesetz für die Regulierung der Etsch von der Passer-Mündung bis zur Eisack-Mündung vom Jahre 1879 367
Gesetz für die Regulierung der III. Section 1879 369
Gesetz über Beitragsleistung der Interessenten zu dem Baufonde nach dem Gesetze vom 13. März 1883 382
Gesetz über Elementarschäden der Etsch vom Jahre 1889 391
Gesetz über Erhaltung der Etsch in der I. Section 393
Gesetz über Erhaltung der Gewässer-Regulierungsbauten 392
Gesetz über Flussgebietsumlage der I. Section 390
Gesetz 1889 über Fristerstreckung für Ueberschwemmungs-Vorschüsse 391
Gesetz 1886 über Rückzahlung der Darlehen aus Anlass der Katastrophe 1882 387

Seite

Gesetz vom Jahre 1876 für die Etsch-Regulierung der I. Section 366
Gesetze vom Jahre 1879 111
Gesetz vom Jahre 1883 über Erweiterung des technischen Projectes der III. Section . . 380
Gesetz vom Jahre 1886, betreffend Ergänzung der Etsch-Regulierung von Meran bis Sacco 383
Geologische Verhältnisse des Etsch-Thales . 32
Gewässer-Regulierungs-Commission in Innsbruck 1883 339
Gezeitenströmungen 11
Giovanelli, Bericht über die Pont' alto-Sperre 1752 148
Glacialspuren bei Bozen 43
Gletscher der Eiszeit 42
Gletscherhöhen der Alpen 42
Gletscherschliffe 42
Gletscherschotter 44
Gletscherschwankungen 347
Gloria Andrea, L'Agro patavino 10
Glurns 31
Glurnser Boden 62
Gola-Bach 53
Gorzone 1, 5, 11
Gossensass, Glacialspuren 43
Gothen in Ober-Italien, Verfall der Flussbauten 14
Grado, Gründung 14
Grado, Versinken der Küsten 21
Grädler Vincenz, Urgletscher-Moränen . . . 43
Graeff, Construction des barrages 174
Graf, Dr., R. v., Bericht über den Gesetzentwurf zur Etsch-Regulierung 108
Grain-Bach 30
Graische Alpen 4
Gran Paradiso, Centralkern 4
Grebenau, Allgemeine Eintiefung der Flusssohlen 334
Griechen in der Po-Ebene 14
Grigno 10, 45
Grigno, Ueberschwemmungskatastrophe 1882 10
Grödener Sandstein 36
Grödener Thal 29
Gross-Deggenhorn 28
Gross-Ingent 27
Gross-See 31
Gross-Venediger 4
Grumo 66
Grundgrabungen an der Etsch 136
Grundsätze der Concurrenz-Bestimmung der III. Section 140
Grundwasser 347
Grützner Leege 65
Gschnitz-Thal 27
Gsieser-Bach in Niederndorf 1882 86
Guillemain, Ueber Hochwasserprognose . 15, 357
Gümbel, Mendel- und Schlern-Gebirge . . . 39
Guttensteiner Kalke 37

H.

Haardt, Vincenz v., Alpenkarte 25
Häseler, Stützmauern 179
Häufigkeit grösster Hochwässer in einzelnen Monaten 231
Häuser, Einbeziehung in die Concurrenz . . 141
Hagel, Bezeichnung 351
Hagen, Senkung der Flussohlen 334
Haider-See 2
Handelsverkehr auf den Canälen Italiens . . 400
Hann, Dr., Witterungsverhältnisse 1868 . . 79
Hann, Klimatologie 220
Hauer, Ritter v., Geologische Uebersichtskarte der Alpen 34
Harlacher, Hydrometrische Apparate und Methoden 357
Harlacher, Hydrometrische Arbeiten in der Elbe bei Tetschen 357
Harlacher, Reservoir in Komotau 174
Haupt-Dolomit 39
Hebung der Etsch-Sohle im Venetianischen in früher Zeit 334
Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung . . 50
Hellwald, Hochwasser 1868 79
Helmhacker 34
Heraclea 21
Herbsthochwässer in Italien 203
Hess, Ueber die Sommerüberschwemmungen vom Standpunkte der Landwirtschaft . . . 333
Hilfsaction in Tirol nach 1882 340
Hirtzer 27
Hochfellner 27
Hochgall 28
Hochspitz 9
Hochwasserberechnungen für 1868 (Revision 1891) 292
Hochwasserberechnung in der I. Section (Revision 1891 293
Hochwasserdämme, Allgemeine Beurtheilung 331
Hochwasserdämme, Grosse Kosten derselben 333
Hochwasser 1882 in Italien, Ursache desselben 205
Hochwasserdämme, Widerlegung von Vorurtheilen 331
Hochwassermarken (älteste) im Etsch-Gebiete 229
Hochwassermenge der Etsch bei Trient 1882 314
Hochwassermenge der Etsch in Italien . . . 206
Hochwassermenge der Etsch in Italien nach Bocchi 206
Hochwassermenge der Etsch in Italien nach Lombardini 206
Hochwassermenge der Etsch in Italien nach Paleocapa 207
Hochwassermenge der Etsch in Verona nach Baccarini 207
Hochwassermenge der Etsch in Verona nach Camis und Cavalleri 207
Hochwassermenge der Etsch in Verona nach Cesarini 207
Hochwassermenge der Etsch in Verona nach dem Ministerium in Rom 207
Hochwassermenge der Etsch in Verona nach dem Ufficio del Genio Civile 207
Hochwassermenge der Fersina 146
Hochwassermenge 1882 in der III. Section (Revision 1891) 310
Hochwasser-Nachrichtendienst 357
Hochwasser-Nivellette in der Section II (Revision 1891) 306
Hochwasserprognosen an der Tiber in Rom 358
Hochwasserstände der Etsch in Tirol 229
Hochwasserwelle von Trient zum Meere, Verlauf 208
Hochwild-Spitze 27
Höchstwassermengen der Section I/a (Revision 1891) 297
Höhenlage des Po und der Etsch zum adriatischen Meere 200
Höhlensteiner-Thal 29
Hörnes 36
Hofbaurath über Nowak's Project 101
Hohe Tauern 28
Hohe Wand-Spitze 28
Honsell, Wald und Ueberschwemmungen . . 342
Hopkins 50
Hüny, Bauleiter der Avisio-Sperre 174
Hüny, Hochwassermenge des Avisio 1882 . . 312
Hunnen in Ober-Italien 14
Hydrographische Abtheilung des Landesculturrathes in Prag, Organisationsentwurf . 354, 361
Hydrographische Anstalt im Etsch-Gebiet, Einrichtungskosten 363
Hydrographische Anstalt im Etsch-Gebiet, Jährliche Erhaltungskosten 364
Hydrographische Anstalt, Nothwendigkeit der Vereinigung aller Arbeiten in einer Hand 361
Hydrographische Anstalt im Etsch-Gebiete, Organisationsentwurf Weber's 361
Hydrographischer Beobachtungs-Dienst im Etsch-Gebiete (Gutachten Weber's) 345
Hydrographische Commission in Prag (Ehemalige) 361
Hydrographische Daten im Etsch-Gebiete, Sammlung im Jahre 1891 346
Hydrologische Beobachtungen, Zweck derselben 346
Hydrometrische Diagramme der Etsch bei Trient 1882 und 1890 314
Hydrometrische Section in Prag (Ehemalige) 361

I.

Idro-See 4
Iffinger 27
Illasi, Seitenbach der Etsch 3
Ilwolf, Dr. F. K. 25
Industria 6
Ingenieur- und Architekten-Verein, Normalprofil der I. Section 124
Inn 4
Innsbrucker technischer Club, Resolution, betreffend hydrographische Beobachtungen . 346
Intze, Stärke von Stützmauern 174
Inundations-Wassermenge im Etsch-Thale . 315
Ischia-Perotti-Durchstich 71, 73, 130
Isel-Thal 28
Iseo-See 4
Isère 4
Isohyeten im Etsch-Gebiete 240
Isohyeten-Karten der Nachbargebiete, Nothwendigkeit derselben 353
Isohyeten-Karte von Baden 353
Isonzo 5
Issel, Le oscillazioni lente del' suolo 21
Iszkowski, Wassermengen-Berechnung in der III. Section (Revision 1891) 311
Ivrea, Geol. Char. 4

J.

Jahresniederschläge, Räumliche Vertheilung derselben 352
Jahresniederschläge, Zeitliche Vertheilung derselben 352
Jaufen-Pass 27
Josefinischer Damm 123
Judicarien-Linie 56
Judicarien-Spalte 4, 56
Julische Alpen 4
Juni- und Juli-Hochwässer in Tirol 231
Jura-Formation 41

K.

Känozoische Formationen 41
Kaiser Josef-Dämme bei Bozen 123
Kaiser Konrad in der Val Lagarina 181
Kalk-Alpen, Geologischer Charakter 4
Kalterer-See 31
Kalterer Abzugsgraben 31, 128
Kapellenberg bei Bozen 65
Karl der Grosse in Oberitalien 14
Karnische Alpen 4
Karst 4
Kettengebirge, Entstehung 50

Seite

Kettengebirge, Verbreitung auf der Erdkugel 52
Kink, Behandlung des Avisio 169
Kink, Gutachten über die Etsch-Regulierung 110
Kink, Ueber den Masetto-Durchstich 69
Kirchberg-Joch 26
Klammel-Joch 28
Klima auf der Nord- und Südseite der Alpen 215
Klima der alten Culturstätten 215
Klima des Drau-Thales 214
Klima des mittelländischen Meeres 214
Klimatische Oasen 214
Klimatologie, Nothwendigkeit einer Landesanstalt in Tirol 361
Knutten-Thal 28
Kompatsch-Bach 31
Königsberg 166
Kössener Schichten 39
Kostenanschlag des restringierten Ergänzungsprojectes der III. Section vom Jahre 1887 140
Kostenüberschlag einer Regulierungsstrecke (Beispiel) 138
Kostenvoranschlag der III. Section nach Semrad 139
Kovacs, Die Versandung Venedigs und ihre Ursachen 5, 18
Kovacs, Jährliche Senkung des adriatischen Meeres 23
Krantz, Etudes etc. 174
Kreisgrenze-Durchstich, Erweiterung (Revision 1891) 307
Kreuzbergsattel 28
Kriegauer Durchstich 122
Kriege 1795—1866, Einfluss derselben . . . 109
Krimel-Thal 27
Kundmachung über den Baubeginn der III. Section 378
Kundmachung über Gebürenfreiheit der I. Section 385
Kundmachung 1882 über die Regulierung der neutralen Strecke 379
Kunsterweg, Zerstörungen im Jahre 1882 . . 87
Kuppengebirge, Entstehung 51
Kurtatsch 66
Kurtiniger Durchstich 66, 128
Küstenströmung an der Adria 12

L.

Laager Durchstich 128
Laager Feldgraben 128
Laager Moosgraben 128
Laas 31, 63
Laaser-Bach 31
Ladese, Name der Etsch 2
Längenprofil der Etsch, I. Section 122
Längenprofil der Etsch in Italien 198
Längenprofil der Etsch zur Eiszeit 46
Längenprofil des Hochwassers, Section I/a (Revision 1891) 298
Längenprofil, Section I/a 127
Längenprofil, II. Section 129
Längenprofil, III. Section 135
Längenprofil der III. Section (Revision 1891) 305
Lago di Como, Grössenverhältnisse 7
Lago di Garda, Grössenverhältnisse 7
Lago d'Iseo, Grössenverhältnisse 7
Lago di Serajo 31
Lago maggiore, Geologischer Charakter . . . 4
Lago maggiore, Grössenverhältnisse 7
Laguna caprulese 13
Lagunen 4, 13
Lambro 6
Lamone 5
Lanciani 196
Landesculturingenieur als Hilfsorgan . . . 115
Landgraben 123

Seite

Landschaftlicher Charakter Südtirols 58
Landzunahme der adriatischen Küsten . . . 12
Larganza 10
Lasanken-Bach 30
Lases-See 31
Lateinische Chronisten, Name der Etsch . . 2
Latissano 9
Lavis, Folgerungen aus der Geschichte . . . 167
Lavis, Historische Daten 166
Laviser Strassenbrücke, Hochwassermenge 1885 312
Laviser Strassenbrücke, Hochwassermenge 1889 313
Ledro-Thal zur Eiszeit 44
Legnago 3, 188
Legnago, Dammbruch im Jahre 1882 195
Leibnitz 50
Leifers 65
Lemoine, Hochwasserprognosen in Frankreich 358
Leno-Bach 3, 31, 74
Leno-Bach, Verbauung 180
Leno, Hochwassermenge 1882 313
Lepsius, Dr. Richard, Das westliche Südtirol 42
Lepsius, Ueber Gletscher 42
Lese, Name der Etsch 2
Lessinische Alpen 9, 28
Levico-See 9
Lido-Bildungen in früheren Jahrhunderten . 16
Lidorno-Durchstich 70, 72
Lidorno-Durchstich, Normalprofil 1886 . . . 135
Lidos o. Littorales, Ihre Bildung 11
Liser-Thal 28
Livenza 1, 5, 9
Lizzana 181
Locarno, Geologischer Charakter 4
Löffelspitze 27
Lombardei 4
Lombardini, Guida allo studio dell' idrologia fluviale 17
Lombardini, Hochwassermenge der Etsch . . 2
Lombardini, Stabilisierung des Flussbettes des Po 19
Lombardini, Studj. idrologici e storici sopra il grande estuario adriatico 2
Longobarden 14
Loppio-See 31
Lora 10
Lorenzo-Brücke, Rückstau 72
Lorenz, K. v., Lieburnau, Die geologischen Verhältnisse von Grund und Boden . . . 58
Loreo-Canal 3
Lorgna, Ansichten über die Schädlichkeit der Entlastungscanäle 194
Lory 50
Luciani, Movimenti littorale di Venetia . . . 21
Luftdrucksabnahme mit der Meereshöhe . . 220
Luftdruckbeobachtungen 220
Luftdruckmittelwerte und Extreme im Etsch-Gebiet 220
Luganer-See 4
Lunelli, Meteorol. Beobachtungen in Trient . 216
Lupie im Venetianischen 192
Lüsen-Thal 29
Luterotti-Graben in Salurn 128
Lyas 41
Lyoner Golf 4

M.

Madonna di Campiglio 26
Madruzza-Sperre, Baukosten (Kostenberechnung) 159
Madruzza-Sperre bei Trient 155
Madruzza-Sperre, Gewölbte Schusstenne . . . 157
Madruzza-Sperre, Festigkeitsberechnung . . . 156
Madruzza-Sperre, Wahl der Baustelle . . . 156

Seite

Madruzza-Sperre, Wasserableitung beim Bau 158
Madruzza-Sperre, Zugang 158
Madruzzi, Cardinal 149
Maestro Angelo 21
Magistrato delle acque in Venedig 194
Malamocco, Gründung 14
Malamoco, Lagune 10
Malamoco, Versinken 21
Malm 41
Malopera-Canal, Schliessung 194
Malopera-Durchbruch 1438 193
Malta-Thal 28
Mamma d'Avio 74
Manara, Inspector 196
Manfredi, Relazione sopra l'alzarsi del mare . 21
Mantua 7
Marcellina 21
Mareither-Bach 30
Margarethen-Bach, Hochwassermenge (Revision 1891) 293
Margreid 66
Maria Theresia 100
Marino comune an der Adria 11
Markusplatz in Venedig 21
Marlinger Brücke, Hochwassermenge 1868 (Revision 1891) 292
Marmolata-Gletscher 9, 28
Mar-See 31
Masetti, Antrag auf Schliessung des Castagnaro 194
Masetto-Durchstich 67, 108, 128
Masetto-Durchstich, Erweiterung (Revision 1891) 307
Maso 10
Materialgerüste 138
Materialstrassen 138
Maxima der Hochwasserstände 230
Maxima der Pegelstände in Branzoll (Tabelle) 230
Maxima der Pegelstände in Trient (Tabelle) . 230
Maxima und Minima der Mittelwasserstände in Trient 229
Maximus (Kaiser) 14
Mediterran-Klima 214
Meduna 9
Meeresbewegungen in vorhistorischer Zeit . . 22
Meeresbewegungen, ihr Einfluss auf die adriatische Küste 11
Meereshöhe, Einfluss auf das Längenprofil der Etsch 199
Meeresschwankungen, Einfluss auf die Bauten 23
Meeresströmungen 11
Melendria-Bach 31
Mella 7
Mendel-Gebirge 65
Mendel-Gebirge, Geologie 57, 58
Mendel-Strasse 26
Mendola, Glacialspuren 43
Meran, ... 74
Meran, Porphyrdecke 5
Meran, Rundhöckerbildungen 43
Mesozoische Gebirge 37
Messungen der Niederwässer bei Angiari durch Zuchelli 205
Meteorologische Beobachtungen beim Hochwasser 1882 246
Meteorologische Beobachtungen beim Hochwasser 1885 250
Meteorologische Beobachtungen beim Hochwasser 1888 252
Meteorologische Beobachtungen beim Hochwasser 1889 253
Meteorologische Beobachtungen in Oesterreich, Historisches 216
Meteorologische Beobachtungen in St. Michele im September 1882 248
Meteorologische Beobachtungen in St. Michele im October 1882 249

Seite
Meteorologische Beobachtungen in St. Michele im Jahre 1885 251
Meteorologische Beobachtungen in St. Michele im September 1888 253
Meteorologische Beobachtungen, Vormerkung derselben 351
Meteorologische Beobachtungen während der Ueberschwemmungen in Tirol 246
Meteorologische Beobachtungsstationen der Centralanstalt in Tirol und Vorarlberg (Karte) 217
Meteorologische Beobachtungsstationen der Centralanstalt in Tirol und Vorarlberg (Tabelle) 216
Meteorologische Daten beim Hochwasser 1890 255
Meteorologische Daten von St. Michele beim Hochwasser 1889 254
Meteorologische Daten von St. Michele beim Hochwasser 1890 257
Meteorologische Stationen im einzelnen Flussgebiete der Etsch 217
Meteorologische und hydrologische Beobachtungen in Tirol 214
Metropolitan-Baptisterium in Ravenna . . . 21
Meusburger, Ableitung des Noce 108
Mezzano, Seitenbach der Etsch 3
Mezzolombardo 66
Mezzotedesco 66
Mincio 1, 5, 6
Minerva 13
Ministero dei Lavori pubblici, Ceni monografici 3
Mississippi, Uferwülste 335
Mittel-Alpen Tirols 25
Mittelberg 65
Mittel-Etsch 69
Mitteleuropäisches Klima 214
Mitterlinger Durchstich 128
Mitterlinger Durchstich-Erweiterungen (Revision 1891) 307
Mitter-See 2
Mittlere Geschwindigkeiten der Etsch bei Branzoll nach Semrad 143
Mittlere Jahrestemperatur im Etsch-Gebiete 218
Mittlere Wasserstände der Etsch in Tirol . . 228
Mittlere Wasserstände in Trient 228
Modena 7
Modenser hydraulische Commission 194
Modulus der Etsch in Italien 206
Moëna im Jahre 1882 88
Moëna-Bach 31
Mölten-Bach 31
Moggio 10
Mojsissovics, Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien 33
Molon, Francesco, I nostri fiumi 10, 45
Monfalcone 13
Monsonit 40
Montblanc 4
Monte Baldo-Gruppe 26, 28, 74
Monte Baldo und Orto d'Abramo-Gruppe . . 26
Monte Bondone 41
Monte Cristallo 4, 28
Monte Gazza, Eratische Blöcke 43
Monte Laste 31
Monte Maggio 31
Montenari, Bericht über alte Hochwassermarken in Sacco 230
Montenari, Pensieri sul mare adriatico . . . 12
Montenari, Ueber Etsch-Regulierung in Tirol 1791 226
Monte Rosa, Centralkern 4
Monte Scanupio 28
Monte Tresero 26
Monte Viso, Meereshöhe 4
Monte Viso, Po-Ursprung 1
Monti Berici, alte Vulcane 11, 13
Monti Euganei, alte Vulcane 13

Seite
Montiggel-See 31
Montone 5
Moosgraben 123
Moränen 42
Morgni, Epistolae Aemiliana 21
Mori 74
Mühlwalder Thal 27
Murano, Gründung 14

N.

Nachtragsbestimmungen zur Vollzugsvorschrift der III. Section 378
Naifer-Bach 31
Nalser-Bach, Hochwassermenge (Revision 1891) 293
Nalser Giessen 123
Name des Etsch-Flusses 2
Nauders 25
Naunus, Lateinischer Name des Noce . . . 30
Nazzani, Idraulica pratica 309
Nazzani, Ueber Hochwasserprognosen 358
Nazzani, Ueber Ueberschwemmungen 331
Nebel, Bezeichnung 351
Negrar, Seitenbach der Etsch 3
Neogen-Formation 42
Neue Wege in der Hydraulik, Ansichten der Commission 1885 196
Neuffen-Bach 122
Neumarkt 66
Neumarkter Hauptgraben 128
Neumarkter Reiffnergraben 128
Neumayer, Dr. Melchior, Erdgeschichte . . . 39
Neutrale Section 66
Neutrale Section, Uebergabe an die Staatsverwaltung 112
Newton, Erstarrung der Erde 50
Nicolio Andrea, Storie rodigene (16. Jahrhundert) 2
Nicolo-Bach 31
Niederndorf im Jahre 1882 86
Niederschläge der Station Riva, Jahres- und Monatsmittel 243
Niederschläge, Geographische Zusammenstellungen 354
Niederschläge in Riva, Monatliches und jährliches Maximum 244
Niederschläge, Jahressummen und maximaler Hochwasserstand 261
Niederschläge, Monatsmittel in Tirol 242
Niederschläge, Oertliche Vertheilung in Tirol 239
Niederschläge, Tagesmaxima in Tirol 243
Niederschlag in der jährlichen Periode . . . 352
Niederschlagsbeobachtungen in Tirol 238
Niederschlagsdichte 353
Niederschlagsgebiete der Seitenzuflüsse der Etsch 32
Niederschlagsgrenzen des Etsch-Gebietes . . 29
Niederschlags-Wahrscheinlichkeit 352
Niederwasserstände der Etsch in Tirol . . . 228
Niederwasserstände der Etsch in Trient . . 228
Niederwasserstände, Sinken derselben in Tirol 228
Nivellement der Etsch von Meran bis Verona 75
Nivellement der Etsch von Reschenscheideck bis Meran 75
Nivellement der Etsch von Verona bis zum adriatischen Meer 75
Noce-Bach 3, 30
Noce bei Mezzotedesco 66
Noce-Gletscher der Eiszeit 44
Noce, Hebung der Sohle bei Zambana . . . 68
Noce, Hochwassermenge bei der Retta-Brücke 311
Noce-Schuttkegel 70
Noë, Dr. Franz, Geologische Uebersichtskarte der Alpen 34
Nogaredo-Bach 31

Seite
Nomi-Durchstich 73
Nonsberger Alpen 26
Nordföhn im Etsch-Gebiet 225
Norditalienisches Becken, Allgemeines . . . 3
Norditalienische Senkung 5
Normalisierungen der III. Section 136
Normalprofil, Berechnung in der III. Section (Revision 1891) 315
Normalprofil der Etsch der I. Section 124
Normalprofile der III. Section nach der Revisions-Commission 134
Normalprofile der III. Section nach Semrad . 133
Normalprofil der Section I/a 126
Nos, Vulgäre Bezeichnung für Noce 30
Novella-Bach 31
Nowak, Project vom Jahre 1805 100
Nutzen der Etsch-Regulierung in Tirol . . . 119

O.

Oberbauleitung der Etsch-Regulierung . . . 115
Obere Etsch 69
Oberflächen-Geschwindigkeitsmessungen Apollonio's bei Trient 144
Oberflächen-Geschwindigkeitsmessungen Semrad's bei Branzoll 143
Oberitalienisches Becken, Geologie 4
Oberitalien, Entstehung des Schwemmlandes 12
Oberitalienische Flüsse, Allgemeines 1
Oberitalienische Flüsse, Grössenverhältnisse . 1
Oberitalienische Flüsse, Hydrographische Daten 5
Oberitalienische Fluss-Sedimente an der Mündung 18
Oberitalien, Geologischer Bau 4
Oberitalien, Trocken-Sedimente der Flüsse an der Mündung 18
Oberitalien zur Römerzeit, Flussbauten . . 14
Obere Trias 38
Obernberg-Thal 27
Oetten-Bach 30
Oetzthaler Ache 27
Oetzthaler Alpen 4
Oglio, Grössenverhältnisse 1, 6, 7
Olperer 28
Ombrometrische Beobachtungen, Verarbeitung der Daten 352
Ombrometer, Handhabung desselben 351
Ombrometer, Kosten desselben 351
Ombrometrische Stationen, Erweiterung des Netzes 350
Ombrometrische Stationen, Gegenwärtiger Bestand 348
Ora, Wind im Etsch-Thal 224
Organisation der Schiffahrts-Verwaltung in Italien 402
Oroto 11
Ortler-Alpen 26
Ortler-Spitze 26
Orto d'Abramo-Gruppe 26
Ost-Alpen des Etsch-Gebietes 26
Ost-Alpen, Geologischer Charakter 4
Ost-Alpen, Südliche Zone 28
Ostium-Olane 14
Ovid, Ueber die Po-Ebene 13

P.

Padua 11
Paduaner Chronisten, Name der Etsch . . . 2
Padus, Name des Po 6
Padusa 13
Paesano, Wind im Etsch-Thale 224

Seite

Paleocapa, Ansichten über Entlastungscanäle 188
Paleocapa, Ansichten über Littoralströmung . 12
Paleocapa, Memorie d' idraulica pratica . . . 193
Paleocapa, Schliessung des Castagnaro . . . 194
Paleozoische Ablagerungen 34
Panaro 6
Pani-Bach 31
Parma 6
Passeier-See, Ausbruch 78
Passer 3, 27, 63
Passer, Einfluss derselben auf die Etsch . . 291
Pasetti, Ableitung des Noce 104
Pasetti, Allgemeine Grundsätze der Regulierung 107
Pasetti, Ansichten über hohe Thalsperren . 168
Pasetti, Aufnahme der Etsch (Karte) 3
Pasetti, Eisack-Fluss 103
Pasetti, Etsch von Besenello bis zur Grenze 107
Pasetti, Etsch von Lavis bis Besenello . . . 106
Pasetti, Gutachten über Etsch-Regulierung im Jahre 1845 103
Pasetti, Ueber den Avisio 106
Pasetti, Ueber den Salurner Durchstich . . 105
Pasetti, Ueber Verbauung der Wildbäche . 107
Pasetti, Vom Noce bis Avisio 105
Pasetti, Von der Eisack bis Gmund 104
Pasetti, Von Gmund bis Noce 104
Pasubio 28
Paulus Diaconus 10, 77
Pavia 7
Pegel an der Etsch in Italien 202
Pegel, Selbstregistrierende 352
Pegelbeobachtungen in Baden 354
Pegelbeobachtungen in Böhmen 354
Pegelbeobachtungen, Regelmässige 226
Pegelbeobachtungen, Verarbeitung der Daten 356
Pegelnetz, Bestehendes im Etsch-Gebiet . . 355
Pegelnetz, Nothwendigkeit der Vervollständigung 355
Pegelnullpunkte in Tirol (Tabelle) 227
Pegelstände bei Trient 1882 80
Pegelstation Calliano 1882—1889 238
Pegelstände der Etsch am 13. Juli 1890 . . 233
Pegelstände der Etsch während der Hochwässer von 1868—1890 233
Pegelstände in Trient 1882—1889 237
Pegelstände, St. Michele 237
Pegelstände und Niederschläge, Zusammenhang 258
Pegelstände und tägliche Niederschläge, Parallelismus 258
Pegelumstellung 1862 und 1864 227
Pejo-Thal 30
Pelegrino-Bach 31
Penck, Dr. Albrecht, Der Brenner 42
Penck, Dr. Albert, Gutachten über hydrographische Beobachtungen 345
Penck, Dr., Ueber Eiszeit 42
Penser Joch 30
Pergine, Ebene 146
Peronospora 288
Peters-Bach 123
Peters-Bach, Hochwassermenge (Revision 1891) 293
Pfatten 65
Pfahl-Werke bei Etsch-Bauten 137
Pflersch-Thal 27
Pflurn-See 31
Pfunders-Thal 27
Piacenza, Austrocknung der Sümpfe 14
Piacenza, Schnitt durch die Po-Ebene . . . 5
Piave 1, 5, 9
Piave, Ableitung bei Venedig 9
Piave, Durchbruch im Jahre 1684 9
Piave, Moränen des alten Gletschers 9
Piazze-See 31
Piè di Castello 147
Piemontesische Senkung 4

Seite

Pieve di Cadore 9
Pigloner Durchstich 66
Pinzgau 28
Pisatello 5
Plima-Bach 31
Plinius, Da architectura 14
Plinius, Ueber die Etsch 191
Plutarch 2
Po, Allgemeines 1, 6
Po-Alluvionen, Fläche derselben 17
Po, Alter der Po-Ebene nach Kovacs . . . 18
Po, Argini di golena 8
Po, argini di maestra 8
Po, argini in froldo 8
Po bei Casalmaggiore 8
Po bei Cremona 8
Po bei der Oglio-Mündung 8
Po bei Ferrara 8
Po bei Piacenza 8
Po, Dammgesetz vom Jahre 1256 14
Po, Dammquerschnitt 8
Po d'Argenta 14
Po, Dauer der Wasserstände 19
Po-Delta 9
Po-Delta, Vorrücken desselben 17
Po di Levante 190
Po di Primaro 13
Po di Venetia 14
Po, Durch Dämme geschützte Fläche 8
Po-Ebene, Höhenlage 15
Po-Ebene, Querschnitt 5
Po-Ebene, Senkungsgebiet 54
Po-Ebene, Vorhistorische Mythen 13
Po-Eindämmung 8
Po, Entwicklung der Dämme 20
Po, Fassungsraum des Flussbettes 8
Po, Fläche der Alluvionen nach Lombardini 17
Po, Flussbreite 7
Po, Fluss-Delta 13
Po, Flussregime 19
Po, Flussterrassen 7
Po, Flusstiefe 8
Po, Gefälle 6
Po, Geologie 4
Po, Geschiebebarren an den Ufern 6
Po, Geschiebemengen 16
Po, Grössenverhältnisse 1
Po, Hochwasserstände 19
Po, Höchste Hochwasserstände bei Ponte Lagoscuro 20
Po, Höhenlage der Po-Ebene dem Flussbett gegenüber 15
Po-Mündungen 13
Po-Mündungen nach Plinius 14
Po, Name desselben 6
Po, Niederschlagsgebiet 6
Po, Nutzen der Dämme 8, 15
Po, Profile der Dämme 8
Po, Rentabilitätsberechnung der Po-Dämme . 9
Po, Seitenzuflüsse, Hydrographische Daten . 6
Po, Stabilisierung des Flussbettes 19
Po, Subalpine Seen der Po-Ebene 7
Po, Transversalgefälle der Po-Ebene 6
Po, Ueberschwemmungsgebiet 8
Po, Unterhalb des Panaro 8
Po, Wasserstände 19
Po, Wichtigste Zuflüsse 6
Podincus, Name des Po 6
Polesine 188
Polibius, Ueber die Etsch 191
Pomarolo 73
Pongaiuolo-Bach 31
Pont' alto-Sperre 148
Pont' alto-Sperre, Bauart 154
Pont' alto-Sperre, Erosion am Fusse derselben 155
Pont' alto-Sperre, Historische Daten 148
Pont' alto-Sperre, Reparaturen 1883 153

Seite

Pont' alto-Sperre, Untersuchung 1846 . . . 152
Pont' alto-Sperre, Untersuchung 1882 . . . 152
Porphyrplateau 36
Portela-Pegel in Trient 229
Porto Brondolo 10
Porto di Cortelazzo 9
Porto di Tagliamento 9
Porto Piave vecchia 9
Porto Viro-Durchstich 17
Porzengraben in Salurn 128
Pragser-Bach 30
Pragser-See 31
Predazzo, Geologische Verhältnisse 39
Predazzo im Jahre 1882 88
Premaggiore-Gruppe 9
Presanella 26
Presena-Bach 31
Pressano 166
Pretis, Dr. Karl, der Erbauer der Madruzza-Sperre 158
Prevost 50
Primärformationen 32
Prissianer-Bach 31
Procopius, De bello goth. 192
Profilserweiterung der III. Section im Jahre 1886 118
Progno di Belluno 189
Project für die Strecke Meran-Sacco (ausgeführt) 120
Projectsergänzung der II. Section im Jahre 1883 113
Prony, Ansichten über das Vorrücken der Po-Mündung 17
Provençalische Tiefebene 4
Publicationen der meteorologischen Reichsanstalt 218
Publicistik, Einfluss auf die öffentliche Meinung über Ueberschwemmungen 331

Q.

Quellenergiebigkeit 347
Querprofile der Etsch 121
Querprofile der II. Section 129

R.

Rabbi-Bach 31
Radetzky, Meliorierung der Valli grandi Veronesi 195
Raibler Schichten 39
Rambach 2, 26, 31, 62
Rapacioli Inspect. 196
Raseno, Name der Etsch 2
Ranzi, Pianta antica di Trento 147
Ravenna, Bodensenkungserscheinungen . . . 21
Ravenna, Geschichte der Entstehung 14
Ravenna, Sinken von Bauten 21
Ravina-Wildbach 72
Rebenkrankheiten im Etsch-Thale 288
Regenabnahme von Malta bis zu den Alpen 216
Regenfall in den österreichischen Provinzen . 215
Regenhäufigkeit 240
Regenhöhen in Verona im September 1882 . 205
Regenmengen aller Etsch-Stationen beim Hochwasser 1889 255
Regenmengen aller Etsch-Stationen beim Hochwasser 1890 256
Regenmengen aller Stationen des Etsch-Gebietes im October 1882 250
Regenmengen aller Stationen im Etsch-Gebiete 1885 251
Regenmengen aller Stationen im Etsch-Gebiete im September 1888 252
Regenmengen der Station Marienberg . . . 262

Seite
Regenmengen des September 1882 in Tirol 247
Regenmengen jährlich in Ober-Italien . . . 216
Regenmesser 351
Regenvertheilung am Südfuss der italienischen Alpen 216
Regenvertheilung in den Alpen 215
Regenwässer, Abfluss derselben aus den einzelnen Zuflussgebieten 259
Regnana-Bach 31, 89
Regulierungsarbeiten im Jahre 1849—1853 108
Regulierung der Gebirgsflüsse, Schlussbetrachtung 330
Regulierungsprincipien Semrad's für die III. Section 135
Regulierungsproject Meran-Bozen 111
Regulierungsproject der Section I/a 126
Regulierungsproject der II. Section 127
Regulierungsproject der III. Section 129
Regulierungstraçe der I. Section 122
Regulierungstraçe der II. Section 127
Regulierungstraçe der III. Section 129
Rein-Thal 28
Reschenscheideck, Etsch-Ursprung 2
Reno 1, 5
Reschen-See, Etsch-Ursprung 2
Restringierung des Ergänzungsprojectes der III. Section 119
Revisions-Commission 1886 über die Avisio-Sperre 118
Revisions-Commission vom Jahre 1886 . . . 117
Revision des Etsch-Regulierungsprojectes 1891 290
Revision des Etsch-Regulierungsprojectes der I. Section 290
Revision des Projectes der III. Section . . . 308
Revisionsproject 1891 der III. Section . . . 316
Revision des Projectes der Section I/a im Jahre 1891 295
Revision des Projectes in der Section II im Jahre 1891 305
Reyer, Dr., Aenderungen der toscanischen und venetianischen Alluvialgebilde in historischer Zeit 14
Reyer, Predazzo 39
Reyer, Vorrücken des venetianischen Schwemmlandes 22
Rhein 4
Rheinlinie, Geologischer Charakter 4
Rhodanus 6
Rhone 4
Richter, Ueber Hochwasser-Nachrichtendienst 357
Richthofen, Predazzo 36
Ridnaun-Thal 27
Rienz 4
Rienz in Niederndorf 1882 86
Riffler 28
Rigossa 5
Rio bianco 31
Rio dei molini 31
Rio di Stava 31
Rio Folgaria 31
Rio longo 31
Rio maggiore 10
Rio secco 31
Ritt, August, Oberbaurath, Revisions-Commission im Jahre 1886 118
Riurni 4, 13
Riviera di Ponenti 4
Rivolo 74
Rochetta-Pass 30
Rohracher Josef, Hochwasser im Puster-Thal 1882 85
Rojen-Bach 31
Romedio-Bach 31
Roncegno 10
Ronco 2
Rossbach 31, 186
Rossbach, Hochwassermenge 1882 313

Seite
Rossbach, Staurücken in der Etsch 73
Rosta Tonnera 71
Rothwand-Spitze 28
Rotta Sabbadina 193, 194
Rovere della Luna 66
Roveredo 73
Roveredo, Folgerungen aus der Geschichte . 181
Roveredo, Geschichtliche Daten 180
Roveredo, Lage am Leno-Schuttkegel . . . 180
Rovigo 3
Rückenbermen in der II. Section 307
Rufidaun-Bach 30
Rundhöckerbildungen bei Meran 43

S.

Sacca di Goro 17
Sacco 74
Saharastaub-Invasion in den Alpen 216
Salis, Ansichten über die Noce-Regulierung . 67
Salis, Gutachten über die Etsch-Regulierung 67, 116
Salis, Hochwasser im Jahre 1868 79
Salis, Schweizerisches Wasserbauwesen . . . 67
Salis, Ueber Avisic-Sperre bei St. Giorgio . 117
Salis, Ueber den Durchstich Nove—St. Rocco 129
Salis, Ueber Längenprofil der I. Section . . 122
Salis, Ueber Wildbäche 340
Salurner-Bach 31
Salurner Durchstich 128
Salurner Durchstich, Erweiterung (Revision 1891) 307
Saluzzo 4
Salzach-Thal 27
Santo-See 31
Sardagna-Bach 31
Sarnthaler Alpen 27
Sarca-Gletscher der Eiszeit 44
Scaglia 41
Scavicino 5
Scavio 5
Schalderer-Bach 30
Schalf-Kogel 27
Schemmerl 1819, Ueber Wildbach-Verbauungen in Tirol 339
Schichtenbau von Südtirol 56
Schiffahrt auf der Brenta 406
Schiffahrt auf dem Canal bianco und Po di Levante 405
Schiffahrt auf dem Gorzone 405
Schiffahrt auf dem Naviglio Adigetto . . . 405
Schiffahrt auf dem Po 405
Schiffahrt auf dem Tartaro 405
Schiffahrts-Aufschwung in Italien 401
Statut der Etsch-Genossenschaft, II. Section 395
Schiffahrt der Etsch in Italien 404
Schiffahrt der Etsch in Tirol 65
Schiffahrt in Italien, Ursprung derselben . . 400
Schiffahrt in Italien, Zeit der Erhaltungsarbeiten 403
Schio 11
Schlandrauner-Bach 31
Schlern 28
Schlichting, Ueber Dämme 332
Schlupper-See 31
Schnalser-Bach 31
Schmidbogener Doppel-Durchstich 123
Schmick, Das Fluthphänomen und sein Zusammenhang mit den säcularen Schwankungen des Seespiegels 18
Schnee, Bezeichnung 351
Schneemessungen 351
Schneeschmelze 347
Schrotthorn 27
Schusterspitze 29
Schuttkegel der Diluvialzeit 45
Schran-Kogel 27

Seite
Schwarzen-Bach 31
Schwarzgries-Bach 30
Schwarzwald 52
Schweiz, Grösstes Hochwasser 1868 (Salis) . 293
Schwemmland Oberitaliens, Entstehung . . . 12
Scillaces, Ueber die Stadt Spina 17
Scirocco 224
Scortico 190
Scaurus Emilius 14
Secchia 6
See-Alpen, Geologischer Charakter 4
Seekofel 29
Seen des Etsch-Gebietes 31
Seen der Po-Ebene 7
Segonzano im Jahre 1882 89
Seisser-Alpe 29
Seitenzuflüsse der Etsch 3, 30
Seitenbäche der Etsch, III. Section 145
Sella-Spitze 29
Sellrain-Thal 27
Semrad, Project für die Strecke St. Michele—Sacco 111
Semrad, Seine Ansichten über Profilsberechnung der I. Section 132
Separations-Werk bei Sigmundskron 123
September und October-Hochwässer in Tirol 231
Serajo-See 31
Serapis 28
Serio 7
Serra Valle 9, 74
Sesia 6
Setzung der Dämme in der I. Section . . . 291
Sextenbach 28
Sickerungen in der II. Section 307
Siebeneich 123
Sigmundskroner Brücke, Abflussmengen im Juli 1890 (Revision 1891) 295
Sigmundskroner Brücke, Hochwassermenge (Revision 1891) 292
Sigmundskroner Brücke, Normalwassermenge (Revision 1891) 295
Sigmundskroner Brücke, Querprofil (Figur) . 295
Sigmundskroner Durchstich 123
Sigmundskron, Geschiebebarre im Etsch-Fluss 123
Sillà-Bach 31
Silo 5
Silurische Formation 43
Similaun 27
Simony, Prof. F., Alluvialgebiete des Etsch-Thales 46
Sinach-Bach 31
Sinig-Bach 122
Slavini di Marco 59
Società degli Alpinisti Tridentini, Denkschrift 1882 81
Sohm, Regulierungsproject für die Etsch von Gmund bis Masetto 109
Sojal-Bach 31
Sommerhochwässer, Nothwendigkeit des Schutzes der Landwirtschaft gegen dieselben 333
Sonnenflecken, Berechnung der Relativzahlen aus der magnetischen Declination 275
Sonnenflecken, Entdeckung 276
Sonnenflecken, Gallilei 268
Sonnenflecken, Gestalt und Farbe derselben . 268
Sonnenflecken in China 268
Sonnenflecken, Keppler 268
Sonnenflecken, Natur derselben 268
Sonnenflecken, Periodicität derselben 271
Sonnenflecken, Plutarch 268
Sonnenflecken, Schichten der Sonnenphotosphäre 270
Sonnenflecken, Spectral-Analyse 269
Sonnenflecken, Structur der Sonne 268
Sonnenflecken, Temperatur der Sonne . . . 271
Sonnenflecken, Todesjahr Cäsar's 268
Sonnenflecken und Erdmagnetismus 274

Seite

Sonnenflecken und meteorologische Beobachtungen . . . 267
Sonnenflecken und Niederschläge sowie Wasserstände im Etsch-Gebiete . . . 280
Sonnenflecken und Polarlicht . . . 273
Sonnenflecken und Regenmenge sowie Wasserstände . . . 277
Sonnenflecken und Temperatur . . . 276
Sonnenflecken und Wein- und Getreidepreise im Etsch-Gebiete . . . 284
Sonnenflecken, Wärmestrahlung derselben . . 269
Sonnenflecken, Wolf's Perioden . . . 272
Sonnenflecken, Wolf's Relativzahlen . . . 272
Sonklar, Einfluss der Aufforstungen auf Ueberschwemmungen . . . 343
Sonklar's Regenkarte . . . 238
Sonklar-Spitze . . . 27
Sonklar, Ueber Dämme . . . 332
Sonklar, Ueberschwemmungen . . . 77
Sovèr im Jahre 1882 . . . 89
Sovèro (Sopero) (Wind im Etsch-Thal) . . . 2
Specialcommissäre der Etsch-Regulierung . . 115
Spina . . . 14, 17
Spineticum Ostium . . . 14
Stabilität der Etsch-Sohle in Italien . . . 334
Stache, Dr. G. . . . 34
Stadlhofer Durchstich . . . 66
Staller Alpe . . . 28
St. Apollinaris-Kirche bei Trient . . . 134
Staurücken im Etsch-Fluss . . . 75
St. Bernardino vecchio bei Trient, Zerstörung 149
St. Croce, Ableitung der Fersina in Trient . 145
St. Daniele . . . 9
Steinkohlen-Formation . . . 35
Steinmateriale für Etsch-Bauten . . . 136
Steinreserven, Ausführungsbedingungen . . 137
Steinvorgründe, Ausführung . . . 137
Steinwürfe, Ausführungsbedingungen . . . 137
Stella . . . 5
Sternberg, Längenprofile . . . 75
Sterzing . . . 27
St. Florianer Durchstich . . . 66, 128
St. Giovanni in Fonto in Ravenna . . . 21
Stilfser Joch . . . 25
St. Leonhard . . . 31
St. Lorenzo-Brücke, Abflussmenge 1882 (Revision 1891) . . . 310
St. Lorenzo-Brücke bei Trient (Neubau) 71, 131
St. Marco, Lagunendamm . . . 9
St. Michele . . . 66
Strabo, Ueber die Etsch . . . 2, 17, 191
Strigno . . . 9
St. Rocco bei Trient, Geologische Verhältnisse 40
Stubaier-Alpen . . . 4, 27
Stur, Mendola-Dolomit . . . 39
St. Vito . . . 9
Südtirol, Porphyrdecke . . . 5
Suess, Antlitz der Erde . . . 21, 56
Suess, Entstehung der Kettengebirge . . . 52
Sulden-Bach . . . 63
Surell, Alex., Ansichten über das Alter der Wildbäche . . . 48
Sviana-Bach . . . 31

T.

Tacitus . . . 15
Tagesniederschläge . . . 352
Tagliamento . . . 1, 5, 9
Taglio di Rè . . . 9
Taglio novissimo . . . 10
Tag- und Nachtwinde . . . 224
Talfer-Bach . . . 30
Talus-Pflasterungen . . . 137

Seite

Tanaro . . . 6, 7
Tanz-Bach . . . 30
Taro . . . 6
Tartaro, Canal bianco und Po di Levanto . . 190
Tartaro-Fluss, Höhenlage . . . 200
Tartarus-Sümpfe . . . 15
Tasso . . . 3, 189
Tauern (hohe) . . . 28
Temanza, Dissertazione di St. Illario . . . 21
Temperatur-Abnahme mit der Meereshöhe (Tabelle) . . . 218
Temperatur des Etsch-Gebietes in Tirol . . 218
Temperatur einzelner Monate auf der Nord- und Südseite der Alpen (Tabelle) . . . 219
Temperatur-Extreme der Po-Ebene . . . 216
Temperatur-Maxima im Etsch-Gebiete . . 219
Temperatur-Minima im Etsch-Gebiete . . 219
Temperatur-Schwankungen im Etsch-Gebiete 219
Terlago-See . . . 31
Terlaner Durchstich . . . 123
Terra ferma . . . 11
Terragnolo-Sperre, Abrechnung . . . 185
Terragnolo-Sperre, Ausführung . . . 184
Terragnolo-Sperre, Beschreibung . . . 182
Terragnolo-Sperre, Steinschnitt-Construction 185
Terrassenbildung im Vintschgau . . . 61
Tessiner-Massiv, Geologischer Charakter . . 4
Tevadi, Muratori und Ghioja über Ueberschwemmungen am Po und Mincio . . . 331
Thalbildung der Etsch . . . 58
Thalenge von Calliano . . . 69
Thalenge von Neumarkt . . . 66
Thalenge von Serravalle . . . 69
Thalenge von Trient . . . 69
Thalprofile der II. Section . . . 129
Thalsperre am Noce bei „alta Rochetta" . . 109
Thalsperren, Princip grosser Thalsperren . . 340
Thalsperren, Sicherheit des Bestandes derselben 342
Thalsperren, Statistische Daten über bestehende grosse Sperren . . . 341
Thalsperren, Widerlegung der Einwände gegen grosse Thalsperren . . . 341
Theoretische Abflussmenge der III. Section 1882 315
Thessalier . . . 14
Theodorich . . . 14, 21
Tiber-Fluss, Häufigkeit der Ueberschwemmungen daselbst . . . 331
Tiberius . . . 14
Ticino . . . 1, 6, 7
Ticino, Geologie . . . 4
Timbl-Joch . . . 27
Timonchio . . . 10
Thinne-Bach . . . 30
Tiroler Landtag, Beschluss 1869 . . . 109
Tiroler Landtag erklärt 1847 die Etsch-Regulierung als Landesangelegenheit . . . 108
Tiroler Landtag, Verhandlungen im Jahre 1875 111
Tiroler Schule der Wildbach-Verbauung (Duile) 338
Tiroler Wasserbauschule . . . 336
Toblacher Feld . . . 28
Toblacher See . . . 30, 31
Toblach im Jahre 1882 . . . 85
Töll, Einfluss derselben auf die Etsch . . . 291
Töll-Katarakte . . . 63
Tofana . . . 28
Tolmezzo . . . 9
Tonale-Pass . . . 26
Torcello . . . 21
Torello Saraina, Dell' origine ed ampliazione di Verona . . . 2
Torfmoore im Etsch-Thal . . . 67
Torfuntergrund in der I. Section (Comprimierung) . . . 291
Toula, Franz, Geologische Uebersichtskarte der Alpen . . . 34
Trafoier-Bach . . . 3, 31
Trafoi-Thal . . . 26

Seite

Trajan . . . 14
Tramin . . . 66
Traminer Durchstich . . . 127
Traunsteiner, Ueber Hochwasser in Niederndorf 1882 . . . 86
Travignolo-Bach . . . 31
Trebbia . . . 6, 7
Tredici comuni . . . 28
Tresenga-Bach . . . 31
Trezzo . . . 7
Trias-Formationen . . . 37
Tridentinische Alpen . . . 26
Trienter Abzugsgraben (Revision 1891) . . 319
Trient, Aelteste Ansiedlung . . . 147
Trient, Gefährdung durch die Fersina in früheren Zeiten . . . 145
Trient, Gefährdung durch die Pont'alto-Sperre 153
Trient, Gletscherspuren der Eiszeit . . . 43
Trienter Hauptabzugsgraben . . . 72
Trient, Inundationsverhältnisse der Häuser . 72
Trient, Porphyrdecke . . . 5
Triester Golf . . . 4
Trockenmauern bei Etsch-Bauten, Ausführungsbedingungen . . . 137
Trudener-Bach . . . 31, 66
Trüber See . . . 31
Turazza, Professor . . . 196
Turin . . . 4, 7
Tuxer Alpen . . . 27

U.

Ueberbreite Normalprofile der I. Section . . 291
Uebernahme von Bausteinen an der Etsch. . 136
Ueberprüfung des Etsch-Regulierungsprojectes 1886 . . . 118
Ueberschwemmungen, Häufigkeit in alter und neuer Zeit . . . 330
Ueberschwemmungen im Etsch-Gebiete in Tirol 77
Ueberschwemmung im Jahre 1868 . . . 79
Ueberschwemmung im Jahre 1882 . . . 80
Ueberschwemmung im Jahre 1882, Gesammtschaden . . . 89
Ueberschwemmung im Jahre 1885 . . . 89
Ueberschwemmung im Jahre 1888 . . . 91
Ueberschwemmung im Jahre 1889 . . . 93
Ueberschwemmungen im Jahre 1890 . . . 96
Ueberschwemmung in Italien 1868 . . . 195
Ueberschwemmung in Italien im Jahre 1882 195
Ueberschwemmung in Italien 1882, Ansicht darüber des Ministeriums in Rom . . . 205
Ueberschwemmungen in Italien, deren Zahl . 203
Ueberschwemmungen in Italien, Vertheilung auf einzelne Jahrhunderte . . . 203
Ueberschwemmungen in Italien, Vertheilung auf einzelne Monate . . . 203
Ueberschwemmungen in Tirol in älterer Zeit 77
Ueberschwemmungen in Verona, Vergleich der Wasserhöhen . . . 204
Ueberschwemmungen nach dem Jahre 1882 . 89
Ueberschwemmung, Nothwendigkeit des Schutzes in der III. Section . . . 308
Ueberschwemmung October 1882 . . . 87
Ueberschwemmungsschäden 1845 . . . 79
Uferbauten I. Section . . . 126
Uferwülste am Po . . . 12
Ulten-Thal . . . 26
Umbrail-Gruppe . . . 25
Untere Etsch . . . 69
Untere Trias der Alpen . . . 37
Unter-Vintschgau . . . 63
Ursprung der Etsch . . . 2
Uso . . . 5

Seite

V.

Vacek, Geologisches Gutachten über die Avisio-Sperre 326
Vacek, Umgebungen von Roveredo 57
Vali, Name fliessender Gewässer bei den Arabern 6
Vadus-Guado (Furth) 6
Val Camonica 26
Val Corten 26
Val di Ledro, Eratische Tonalitblöcke . . . 43
Val di Rabbi 26
Val di Sole 26
Val di St. Valentino 74
Val Folgaria 28
Vallarsa 28
Valle d'Aosta 4
Valle lagarina, Name 59
Valli grandi Veronesi, Meliorierung . . . 15, 195
Vall' Arsa 180
Val Sela 10
Valser-Thal 27
Valsugana 9, 10
Valsugana, Geologischer Charakter 5
Valsugana-Spalte 56
Val Terragnolo 28
Vandelli, Dissertazione sulla rotonda di Ravenna 21
Varianten für die Etsch-Regulierung der III. Section (Revision 1891) 318
Venedig, Alte Pflasterungen des Markusplatzes 21
Venedig, Altes Pflaster von St. Vito e Modesto 21
Venedig, Argine di conterminazione 10
Venedig, Hebung des Meeres beim Dogenpalast 21
Venedig, Versandung der Lagune 9
Veneter, Flucht in die Lagunen 14
Venetianische Geschiebe, Flussmengen . . . 16
Venetianische Flüsse, Grössenverhältnisse . . 5
Venetianische Flüsse, Jährliche Niederschlagsmengen 18
Venetianische Flüsse, Niederschlagsmengen . 18
Venetianische Flüsse, Uebersicht 9
Verband bei Trockenmauern 137
Verbano (Siehe Lago maggiore) 7
Verbauung der Hauptschluchten der Seitenthäler der Etsch 145
Verkehrsstörungen der Pusterthaler Bahn im Jahre 1882 88
Verkehrsstörung der Südbahn im Jahre 1882 88
Verlauf der grössten Hochwässer 232
Veröffentlichung von Beobachtungsdaten . . 347
Verona, Alte Brücken 187
Verona, Etsch-Lauf 2
Verona, Historisches 187
Verona, Ueberschwemmung vom Jahre 589 . 204
Veroneser Klause 2, 74, 187
Via Claudia Augusta 180
Via Emilia 14
Vicenza, Basalte 5
Vigil-Bach 30
Vigloria-Kalke 38
Vill 66
Villa 10
Vilnösslinie, Bruchspalte 57
Vilpianer Brücke, Hochwassermenge 1868 (Revision 1891) 292
Vilpianer Durchstich 123
Vintschgau, Etsch-Lauf in demselben . . . 61
Vintschgau, Etsch-Terrassen 2
Virginia-Durchstich, Normalprofil 1886 . . . 134
Vitruv, Beschreibung der adriatischen Küste 14
Völkerwanderung, Einfluss auf die Flussbauten 14
Vogesen 52
Vogt, Torfmoore im Etsch-Thal 67
Volano 73
Volder-Thal 27
Vollzugsvorschriften zum Gesetz vom Jahre 1879 für die I. Section 369
Vollzugsvorschrift zum Etsch-Gesetze 1879 für die II. Section 372
Vollzugsvorschrift zum Etsch-Gesetze 1879 für die III. Section 369
Vorlandbreiten, ihr Verhältnis zur Abflussfähigkeit (Revision 1891) 317
Vorländerabpflasterung in der II. Section . . 307
Vorstudien über Niederschlag- und Abflussverhältnisse des Etsch-Gebietes 364
Vulcane der Po-Ebene 13
Vulcane, Entstehung 50

W.

Wald, Einfluss desselben auf die Ueberschwemmungen 342
Wasserdampf, Abnahme mit der Höhe . . . 221
Wassermengen der Etsch bei Angiari (Diagramm) 206
Wassermengen der Etsch in Italien 205
Wassermengen der III. Section nach der Revisions-Commission 1886 132
Wassermengen der III. Section nach Semrad 132
Wassermessungen, Directe an der Etsch in Tirol 142
Wassermessungen Semrad's bei Branzoll . . 142
Wasserprognosendienst in Böhmen 359
Wasserprognosen im Etsch-Gebiet, Entwurf Weber's 360
Wasserspiegelhebung in Verona durch die Etsch-Regulierung in Tirol nach Bucchia . 212
Wasserspiegelhebung in Verona durch die Etsch-Regulierung in Tirol nach Turazza . 209
Wasserstandsbeobachtungen in Tirol 226
Wasserstände der Etsch in Italien 202
Wasserstände der Etsch in Verona (Tabelle) 203
Wasserstände und Niederschlagssummen, Charakteristischer Monatsparellelismus . . . 266
Wasserstände und Wassermengen in Italien (Zusammenhang) 205
Wasserstatistik 347
Wassertemperatur des mittelländischen Meeres 216
Wasserwirtschaftliche Beschreibung einzelner Flussgebiete 347
Weber v. Ebenhof, Bauleitung der Gewässer-Regulierungen der Valsugana 10
Weber R. v. Ebenhof, Gutachten über die Etsch-Regulierung 1887 68
Weber R. v. Ebenhof, Reise nach Trient 1882 81
Weisshorn 27
Weisskugel 27
Weisspitz 28
Weites Moos 123
Wellenbewegungen an der Meeresküste . . . 11
Wengener Schichten 39
Werfener Schiefer 37
Werklein, Etsch-Regulierungsproject 100
Wessely, Meteorologische Beobachtungen . . 216
West-Alpen, Geologischer Charakter 4
Wex, Gust. R. v., Periodische Meeresanschwellungen an den Polen und am Aequator . 23
Wiebeking, Ansichten über Entlastungscanäle 188
Wien, Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus 351
Wildbäche in Tirol, Hofdecrete im Jahre 1822 bis 1828 107
Wildbäche im Vintschgau 62
Wildbach-Verbauungen in Frankreich . . . 338
Wildbach-Verbauung, Erste Anfänge in Tirol 338
Wildbach-Verbauung, Hydrotechnischer Charakter derselben 337
Wildbach-Verbauung in Tirol 337
Wildbach-Verbauungen und Fluss-Regulierungen 336
Wilde Freiger 27
Wilde Gerlos-Spitze 27
Wilde Kreuzspitz 27
Wildpfaff 27
Wilder See 31
Winde 222
Windhäufigkeit 225
Windschutz 214
Windströmungen an der Adria 12
Windvertheilung in den Monaten 225
Wipp-Thal 27
Winter-Temperaturen 214
Witterungs-Disposition im September 1882 . 247
Witterungsumschlag bei Ausbleiben der Tagwinde 224
Wolkenstein-Durchstich, Normalprofil . . . 134
Württembergisches Ministerium, Ueber Sicherheit grosser Thalsperren 342

Z.

Zallinger 1779, Ueber Wildbäche 338
Zamser-Thal 27
Zendrini, Behauptung der Hebung des Po-Bettes 19
Zendrini, Esami ecc. a dimonstrare l'invariabilità del Livello del mare 21
Zendrini, Memorie storiche 192
Zemm-Thal 27
Zero 5
Zielbach 31
Zillerthaler Alpen 4, 27
Zollikofer, Alter der Po-Ebene 18
Zollikofer, Vorrücken der adriatischen Küste 17
Zugstrassen, Barometrischer Minima 224
Zunahme der Regenmengen im letzten Decennium 258

VERZEICHNIS DER TEXT-ILLUSTRATIONEN.

Seite
Fig. 1. Querprofil der Alpen zwischen der Po-Ebene und der norddeutschen Tiefebene 2
Fig. 2. Schnitt durch die Po-Ebene zwischen Crema und Bergamo 5
Fig. 3. Querprofil der Dämme am Po 8
Fig. 4. Situation des Po-Flusses von Cremona bis Ferrara 8
Fig. 5. Windrose für die nördliche Adria 12
Fig. 6. Die Küstenformation an der Einmündung des Po und der venetianischen Flüsse im 15. bis zum 19. Jahrhundert . . 18
Fig. 7. Klausen im Eisack-Thale 30
Fig. 8. Einblick in das Nons-Thal 30
Fig. 9. Die Noce-Brücke bei St. Giustina während der Montierung 31
Fig. 10. Die Slavini di Marco 59
Fig. 11. Der Reschen-See gegen den Ortler 61
Fig. 12. Der Heider-See gegen St. Valentin aus 62
Fig. 13. Die Malser Heide von Marienberg aus 63
Fig. 14. Neu-Spondinig 64
Fig. 15. Schloss Tirol gegen Meran 65
Fig. 16. Meran . 66
Fig. 17. Bozen . 67
Fig. 18. Trient . 70
Fig. 19. Die Etsch-Brücke in Sacco 71
Fig. 20. Die Etsch bei Ala an der Reichsgrenze 73
Fig. 21. Der Etsch-See bei Sigmundskron, entstanden durch den Eisack-Einbruch im Jahre 1882 81
Fig. 22. Dammbruch der Etsch bei Mezzolombardo im Jahre 1882 82
Fig. 23. Ueberschwemmung von Niederdorf 1882 84
Fig. 24. Ueberschwemmung von Welsberg 1882 85
Fig. 25. Ueberschwemmung von Bruneck 1882 86
Fig. 26. Die Zerstörungen in Welsberg 1882 87
Fig. 27. Die Zerstörungen in Innichen 1882 88
Fig. 28. Plan von Bozen aus dem Jahre 1541 100
Fig. 29. Die Etsch-Brücke bei Sigmundskron 123
Fig. 30. Die Eisenbahnbrücke über die Etsch bei Gmund im Baue 128
Fig. 31. Die neue Etsch-Brücke bei St. Lorenzo in Trient im Baue 130
Fig. 32. Die St. Lorenzo-Brücke in Trient 131
Fig. 33. Die Cornichio-Sperre an der Fersina bei Trient 146
Fig. 34. Die Pont' alto-Sperre an der Fersina bei Trient 148
Fig. 35. Die Pont' alto-Sperre 149
Fig. 36. Die Fersina-Schlucht bei Trient 150
Fig. 37. Die Fersina-Thalsperre bei Cantanghel oberhalb Trient . . 161
Fig. 38. Die Erdpyramiden von Segonzano im Cembra-Thale . . . 164
Fig. 39. Längenprofil des Avisio oberhalb der Thalsperre von St. Giorgio . 165
Fig. 40. Die Reichsstrassenbrücke über den Avisio bei Lavis . . . 167
Fig. 41. Die Avisio-Thalsperre bei Lavis, Baustand im Jahre 1882 176
Fig. 42. Die Avisio-Sperre im Jahre 1886 im vollendeten Zustande vor dem Absturz des Felskopfes an der rechten Sperrenflanke . 177
Fig. 43. Die Avisio-Sperre im Jahre 1884 im Bau 178
Fig. 44. Der Leno in Roveredo 180
Fig. 45. Die Leno-Thalsperre bei Terragnolo oberhalb Roveredo während der Reconstruction 181
Fig. 46. Die Leno-Thalsperre im vollendeten Zustande 182
Fig. 47. Die Leno-Thalsperre bei St. Colombano oberhalb Roveredo im Baue . 183
Fig. 48. Die Camelli-Thalsperre am Ross-Bach (torrente Gola) . . 184
Fig. 49. Verona . 188
Fig. 50. Die Römer-Brücke „Ponte di pietra" in Verona 189
Fig. 51. Die Scaliger-Brücke „Ponte del Castelvecchio" in Verona . 190
Fig. 52. Verona. Neue Brücke 191
Fig. 53. Längenprofil der Etsch von Verona bis zum adriatischen Meere (nach Paleocapa) 199
Fig. 54. Diagramm der Wassermengen der Etsch in Italien 206
Fig. 55. Querprofil der Etsch oberhalb Badia 207
Fig. 56. Querprofil der Etsch beim Gasometer in Verona 207
Fig. 57. Verlauf der Hochwasserwelle von Trient bis zum Meere . . 208
Fig. 58. Karte der meteorologischen Beobachtungs-Stationen in Tirol und Vorarlberg 217
Fig. 59. Drehungsgesetze der Winde 223
Fig. 60. Isobaren und Windrichtungen 223
Fig. 61. Wechsel der Windrichtung beim Vorübergang einer Cyclone 223
Fig. 62. Graphische Darstellung der Jahresniederschlags-Summen der Station Riva (1870—1889) 241
Fig. 63. Regenvertheilung im December 1882 in Südtirol, Kärnten und Ober-Italien 246
Fig. 64. Regenhöhen im Jahre 1882 247
Fig. 65. Graphische Darstellung der Häufigkeit der Sonnenflecken und der Polarlichter in der Zeit von 1720—1890 271
Fig. 66. Darstellung des Zusammenhanges der Sonnenflecken mit der Temperatur 275
Fig. 67. Darstellung des Zusammenhanges der Getreidepreise in Bozen mit den Sonnenflecken 285
Fig. 68. Darstellung des Zusammenhanges der Weinpreise in Bozen mit den Sonnenflecken (graphische Darstellung des Einflusses der Rebenkrankheiten auf die Weinpreise) 288
Fig. 69. Flussprofil 24·60 der Section I im Juli 1890 295
Fig. 70. Graphische Darstellung des Hochwasser-Abflusses vom 13. Juli 1890 in der Section I/a 302
Fig. 71. Durchflussprofil des Hochwassers in der Section I/a im Jahre 1890 . 303
Fig. 72. Durchflussprofil des Hochwassers in der Section I/a im Jahre 1890 . 303
Fig. 73. Durchflussprofil des Hochwassers in der Section I/a im Jahre 1890 . 303
Fig. 74. Durchflussprofil des Hochwassers in der Section I/a im Jahre 1890 . 304
Fig. 75. Durchflussprofil des Noce bei der Retta-Brücke 311
Fig. 76. Durchflussprofil des Avisio bei der Brücke in Lavis . . . 312
Fig. 77. Durchflussprofil der Etsch oberhalb Trient 314
Fig. 78. Doppelprofil für die Etsch bei Trient 317
Fig. 79. Die Avisio-Sperre im Jahre 1890 nach dem ersten Absturze des Felskopfes an der rechten Sperrenflanke 222
Fig. 80. Avisio-Sperre 1891. Reconstructionsarbeiten am eingestürzten Entlastungscanale 326
Fig. 81. Avisio-Sperre 1891. Reconstructionsarbeiten am eingestürzten Entlastungscanale 327

VERZEICHNIS DER TAFELN.

Tafel 1. Uebersichtskarte der Alpen.
Tafel 1a. Specialkarte des östlichen Ober-Italiens und Süd-Tirols.
Tafel 1b. Karte der wichtigsten Schiffahrtsstrassen Ober-Italiens.
Tafel 2. Fig. 1. Politische Eintheilung von Tirol.
Fig. 2. Geographische Eintheilung der Alpen.
Tafel 3. Fig. 1. Geologische Karte von Süd-Tirol.
Fig. 2. Tektonische Störungslinien im Etsch-Gebiete.
Tafel 4. Fig. 1. Regenkarte des Etsch-Thales.
Fig. 2. Karte der Zugstrassen der barometrischen Minima in Europa.
Fig. 3. Karte der jährlichen Perioden der Regenhäufigkeit in Europa.
Fig. 4. Karte der Zeitpunkte des jährlichen Maximums der Regenmenge in Europa.
Tafel 5. Geologische Profile des Etsch-Gebietes.
Tafel 6. Fig. 1. Hydrographische Karte der Etsch in Tirol.
Fig. 2. Hydrographische Karte der Gewässer der Central-Alpen.
Tafel 7. Karte des Etsch-Thales bis Naturns.
Tafel 8. Karte des Etsch-Thales bis Bozen.
Tafel 9. Karte des Etsch-Thales bis Zambana.
Tafel 10. Karte des Etsch-Thales bis Merani.
Tafel 11. Situationsplan der Etsch-Regulierung von Meran bis Bozen.
Tafel 12. Situationsplan der Etsch-Regulierung von Bozen bis Neumarkt.
Tafel 13. Situationsplan der Etsch-Regulierung von Neumarkt bis Lavis.
Tafel 14. Situationsplan der Etsch-Regulierung von Lavis bis Roveredo.
Tafel 15. Längenprofil der Etsch von Meran bis zum adriatischen Meere vor Beginn der Regulierung.
Uebersichts-Längenprofil der Etsch von Meran bis Sacco.
Tafel 16. Längenprofil der Etsch-Regulierung von der Passer-Mündung (Meran) bis zur Eisack-Mündung (Bozen).
Tafel 17. Normalprofile der I. Etsch-Regulierungs-Section (Passer-Eisack-Mündung).
Tafel 18. Querprofile der I. Etsch-Regulierungs-Section.
Normalprofile der Section I/a der Etsch-Regulierung (Eisack-Mündung—Gmund).
Tafel 19. Thalprofile der Etsch-Regulierungs-Section I/a.
Normalprofile der Section II (Gmund—Masetto).
Tafel 20. Normalprofile der Section II (Auerer, Mitterling- und Florianer Durchstich).
Querprofile der Section II (Durchstiche von Mitterling, Florian, Laag und Kurtinig).
Tafel 21. Thalprofile der II. Etsch-Regulierungs-Section.
Tafel 22. Längenprofil des Etsch-Flusses der III. Section (St. Michele bis Sacco).
Tafel 23. Normale Durchflussprofile der Etsch-Regulierung.
Fig. 1. Normalprofil der I. Section.
Fig. 2. Normalprofil der I/a Section.
Fig. 3—10. Normalprofile der III. Section.
Aeltere Normalprofile der III. Section
Fig. 11. Zwischen St. Michele und Noce.
Fig. 12. Zwischen Noce und Avisio.
Fig. 13. Zwischen Avisio und Leno.
Aeltere Durchflussprofile der III. Section.
Fig. 14. Beim Beginn des Lidorno-Durchstiches.
Fig. 15. Unter der Matarello-Brücke.
Fig. 16. Beim Pegel von Calliano.
Tafel 24. Querprofile zum Etsch-Regulierungsproject der III. Etsch-Regulierungs-Section.
Tafel 25. Thalprofile der III. Etsch-Regulierungs-Section.
Tafel 26. Eintheilung der Concurrenzclassen der III. Etsch-Regulierungs-Section.
Tafel 27. Thalsperren am Fersina-Bache.
Fig. 1. Ansicht der Pont' alto-Sperre.
Fig. 2. Situation der Fersina sammt der Pont' alto- und Madruzza-Sperre.
Fig. 3. Querprofil des Thales an der Madruzza-Sperre.
Fig. 4. Längenprofil der Pont' alto- und Madruzza-Sperre.
Fig. 5. Längenprofil des Fersina-Thales sammt allen vier grossen Sperren.
Die Pont' alto-Sperre (Fig. 6—11).
Fig. 6. Ansicht der Pont' alto-Sperre.
Fig. 7. Schnitt der Pont' alto-Sperre.
Fig. 8. Krone der Pont' alto-Sperre.
Fig. 9—11. Schnitte der Pont' alto-Sperre.
Die Madruzza-Sperre (Fig. 12—19).
Fig. 12. Querschnitt der Madruzza-Sperre.
Fig. 13. Längenschnitt der Madruzza-Sperre.
Fig. 14. Krone der Madruzza-Sperre.
Fig. 15—19. Schnitte der Madruzza-Sperre.
Die Cantanghel-Sperre (Fig. 20—27).
Fig. 20. Situation der Cantanghel-Sperre.
Fig. 21. Querschnitt der Cantanghel-Sperre.
Fig. 22. Längenschnitt der Cantanghel-Sperre.
Fig. 23. Vorsperre der Cantanghel-Sperre.
Fig. 24. Erste Schichte des Sturzbettes.
Fig. 25. Zweite Schichte des Sturzbettes.
Fig. 26. Quaderschichte der Thalsperre.
Fig. 27. Krone der Thalsperre.
Tafel 28. Die Cantanghel-Sperre (Fortsetzung).
Fig. 1. Ruine der alten Sperre.
Fig. 2. Situationsplan des Fersina-Thales ober der Cantanghel-Sperre.
Fig. 3—6. Querprofile.
Fig. 7. Längenprofil des Fersina-Thales oberhalb der Cantanghel-Sperre.
Tafel 29. Regulierung des Avisio von der Sperre bei St. Giorgio bis zur Einmündung in die Etsch.
Fig. 1. Situation.
Fig. 2. Detaillängenprofile des Etsch-Flusses von der Bozen-Trienter Kreisgrenze bis zur Etsch-Brücke von St. Lorenzo bei Trient, ferner des Noce-Flusses und des Avisio.
ad Fig. 2. Längenprofil des Avisio nach einem neueren Projecte.
Fig. 3. Gerinne für den Avisio unterhalb des Eisenbahndammes.
Fig. 4. Schnitt und Ansicht.
Fig. 5 und 6. Profile des neuen Avisio-Gerinnes.
Fig. 7. Situation des Avisio-Gerinnes an der Durchflusstelle unter dem Eisenbahnviaducte (II. Project).
Fig. 8—11. Profile für das neue Avisio-Gerinne (II. Project).
Tafel 30. Die Avisio-Sperre (1. Blatt).
Fig. 1. Querschnitt der Sperre.
Fig. 2. Ansicht der Sperre.
Fig. 3. Situationsplan.
Fig. 4. Querschnitt der Schwelle beim Maso Frank.
Fig. 5. Deckschichte derselben.
Tafel 31. Avisio-Sperre (2. Blatt, Fundierung).
Fig. 1. Situationsplan der Sperre während des Baues.
Fig. 2. Längenschnitt durch das Ablaufgerinne.

Fig. 3. Querschnitt durch das Ablaufgerinne.
Fig. 4. Situation des Ablaufgerinnes.
Fig. 5. Ansicht der ersten Quaderschichte.
Fig. 6. Die erste Quaderschichte.
Fig. 7. Grundriss der Sperrendurchlässe.
Fig. 8. Pumpenanlage (Grundriss).
Fig. 9. Seitenansicht der Pumpenanlage.

Tafel 32. Avisio-Sperre (3. Blatt, Festigkeits-Construction).
Fig. 1. Construction der Stützlinie im Gewölbe für ein Gewölbeband von 1 *m* Höhe über der Fundamentlinie.
Fig. 2. Kraftpolygon zu Fig. 1.
Fig. 3. Construction der Stützlinie im Gewölbe für eine Gewölbeschichte zwischen 5—6 *m* unterhalb der Sperrenkrone.
Fig. 4. Kraftpolygon hiezu.
Fig. 5. Drucklinie der Thalsperre bei einfacher Sicherheit.
Fig. 6. Kraftpolygon zu Fig. 5.
Fig. 7. Wasserdruck auf die freistehende Mauer ohne Berücksichtigung der Gewölbewirkung.
Fig. 8. Kraftpolygon zu Fig. 7.

Tafel 33. Project für die Reconstruction des Umlaufcanales der Avisio-Sperre bei St. Giorgio.
Fig. 1. Draufsicht der Sperre.
Fig. 2. Längenschnitt.
Fig. 3. Situation des Entlastungscanales nach der Entstehung des Ausrisses.
Fig. 4—7. I. Project der Bauleitung in Trient vom 28. December 1889.
Fig. 4. Situation des Umlaufcanales.
Fig. 5. 6. 7. Querprofile hiezu.
Fig. 8 und 9. II. Project der Bauleitung in Trient vom 14. Jänner 1890.
Fig. 8. Situation des Canales.
Fig. 9. Querprofil hiezu.

Tafel 34. III. Project zur Reconstruction des Umlaufcanales der Sperre von St. Giorgio vom 23. Jänner 1890 (Fig. 1—4).
Fig. 1. Situation.
Fig. 2. Längenprofil.
Fig. 3. und 4. Querprofile.
IV. Project der Etsch-Oberbauleitung in Innsbruck vom December 1890 (Fig. 5, 6, 7).
Fig. 5. Situation.
Fig. 6. Längenprofil.
Fig. 7. Querprofil.
V. Project der Commission vom 30. December 1890 (Fig. 8 und 9).
Fig. 8. Längenschnitt.
Fig. 9. Querprofil.
VI. Ausgeführtes, letztes Project (Fig. 10—18).
Fig. 10. Längenschnitt.
Fig. 11. Situation.
Fig. 12—18. Querprofile.

Tafel 35. Fig. 1 und 2. Project für die St. Giorgio-Sperre nach Oberbaurath Kink (1871).
Fig. 3. Umwandlung der Avisio-Sperre in ein Ueberfallswehr (Variante in Stein).
Fig. 4. Umwandlung der Avisio-Sperre in ein Ueberfallswehr (Variante in Eisen).
Fig. 5. Reconstruction der Avisio-Sperre durch Erbauung einer zweiten, oberhalb anzulegenden Sperre und eines neuen Entlastungscanals durch den linksseitigen Vorkopf.
Fig. 6 und 7. Project für die Reconstruction der Avisio-Sperre durch Umwandlung in zwei Ueberfallswehre.
Fig. 8. und 9. Typen der Avisio-Sperre von St. Giorgio nach Oberbaurath Semrad (1875).

Tafel 36. Die Camelli-Sperre (Fig. 1—11).
Fig. 1. Situation.
Fig. 2. Ansicht.
Fig. 3. Schnitt A B.
Fig. 4. Grundriss C D.
Fig. 5. Horizontalschnitt.
Fig. 6. Schnitt a b.
Fig. 7. Schnitt c d.
Fig. 8. Schnitt e f.
Fig. 9. Ansicht.
Fig. 10. Schnitt g h.
Fig. 11. Längenschnitt.

Terragnolo-Sperre (Fig. 12—26).
Fig. 12. Situation.
Fig. 13. Verticalschnitt der Sperre.
Fig. 14. Ansicht der Sperre.
Fig. 15—18. Horizontalschnitte.
Fig. 19. und 20. Canalprofile 1 und 2.
Fig. 21. Abwicklung der inneren Laibung.
Fig. 22. Kreuzriss (Steinschnitt).
Fig. 23. Draufsicht.
Fig. 24. Längenprofil des Canales.
Fig. 25. Canalprofil 3.
Fig. 26. Aufriss.

Tafel 37. Colombano-Sperre (Fig. 1—5).
Fig. 1. Querschnitt.
Fig. 2. Wasserableitungscanal (Disposition).
Fig. 3. Querschnitt des Ableitungscanales.
Fig. 4. Querschnitt des Entlastungscanales.
Fig. 5. Situation.
Regulierung des Fersina-Baches von der Cornicchio-Sperre bis zur Etsch (Fig. 6 bis 11).
Fig. 6. Längenprofil der rechtsseitigen Uferschutzmauer des Fersina-Baches.
Fig. 7—11 Querprofile der Fersina.

Tafel 38. Uebersichts-Längenprofil der höchsten und niedrigsten Wasserstände der III. Etsch-Regulierungs-Section.

Tafel 39. Vergleichende Zusammenstellung der Etsch-Wasserstände am Pegel von Neumarkt, mit der Frequenz der Sonnenflecken, sowie mit den Niederschlägen der meteorologischen Beobachtungsstation Marienberg (1857—1890).

Tafel 40. Fig. 1. Vergleichende Zusammenstellung der Wasserstände der Etsch am Pegel von Calliano mit den Niederschlägen der meteorologischen Station Riva und mit der Frequenz der Sonnenflecken.
Fig. 2. Vergleichende Zusammenstellung der Wasserstände der Etsch am Pegel von Trient mit den Niederschlägen der meteorologischen Station St. Michele und mit der Frequenz der Sonnenflecken.

Tafel 41. Fig. 1. Vertheilung der Niederschläge der Station Marienberg auf die Monate der Jahre 1858—1890.
Fig. 2. Darstellung der grössten und kleinsten, sowie der mittleren Wasserstände in den Jahren 1862—1890 am Pegel von St. Lorenzo in Trient.
Fig. 3. Darstellung der grössten, kleinsten und mittleren Wasserstände in den einzelnen Monaten der Jahre 1862—1890 am Pegel von St. Lorenzo bei Trient.
Fig. 4. Uebersichts-Schema der wichtigsten hydrographischen Becken der Etsch vom Quellgebiete bis Trient.
Fig. 5. Verlauf der Hochwasserwelle in den Jahren 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890 an den Pegeln von Sigmundskron, Pfatten, St. Michele, Trient und Calliano.

Tafel 42. Vergleich der Hochwasserstände der Pegelstation Sigmundskron mit den Niederschlägen in den kritischen Tagen der Hochwasserjahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890.

Tafel 43. Vergleich der Hochwasserstände der Pegelstation Pfatten mit den Niederschlägen in den kritischen Tagen der Hochwasserjahre 1882, 1885, 1888, 1889 und 1890.

Tafel 44. Fig. 1. Vergleich der Pegelstände mit den Niederschlägen während des Jahres 1882.
Fig. 2. Vergleich der Pegelstände der Pegelstation Trient mit den Niederschlägen in St. Michele im Jahre 1882.
Fig. 3. Vergleich der Pegelstände der Pegelstation Trient mit den Niederschlägen in St. Michele im Jahre 1885.
Fig. 4. Vergleich der Pegelstände der Pegelstation Trient mit den Niederschlägen in St. Michele im Jahre 1890.
Fig. 5—12. Projectsprofile der I. Etsch-Regulierungs-Section (Revisionsoperat vom Jahre 1890).

Tafel 45. Projectsprofile der Section I/a (Revisionsoperat vom Jahre 1890).
Fig. 1—8.
Fig. 9—14. Querprofile der Section II (Revisionsoperat vom Jahre 1890).
Fig. 9. Querschnitt des Auerer Durchstiches.
Fig. 10. Querschnitt vor der Neumarkter Brücke.
Fig. 11. Querschnitt im Mitterlinger Durchstiche.

Fig. 12. Querschnitt im Florianer Durchstiche.
Fig. 13. Querschnitt im Laager Durchstiche.
Fig. 14. Querschnitt im Kurtiniger Durchstiche.
Tafel 46. Normalprofile der Section III (Revisionsoperat 1891).
Tafel 47. Normalprofile der Variante in der Section III (Revisionsoperat 1891).
Tafel 48. Effective und theoretische Wasserstandslinien der Hochwässer in den Jahren 1882 und 1890 in Trient.
Tafel 49. Längenprofil der Section I (Revisionsoperat 1891).
Tafel 50. Längenprofil der Section I/a (Revisionsoperat 1891).
Tafel 51. Längenprofil der Section II (Revisionsoperat 1890).
Tafel 52. Längenprofil der Section III (Revisionsoperat 1891).
Tafel 53. Fig. 1. Graphische Darstellung der mittleren Geschwindigkeit des Etsch-Flusses beim Pegel in Branzoll bei den Wasserständen von 0·95 und 1·95 über dem Pegel-Nullpunkte (directe Messungen Semrads 1877).
Fig. 2. Graphische Darstellung der Oberflächen-Geschwindigkeit des Etsch-Flusses am Pegel bei Branzoll (directe Messungen Semrads 1877).
Fig. 3. Graphische Darstellung der mittleren Geschwindigkeiten, der Wasserquerschnitte und der Wassermengen des Etsch-Flusses bei Branzoll (Messungsresultate Semrads 1877).
Fig. 4. Diagramme der Oberflächen-Geschwindigkeiten des Etsch-Flusses bei Trient (Schwimmermessungen Ing. Apollonio's).
Tafel 54. Längenprofil des rechtsufrigen Etsch-Dammes von Albaredo bis zum Meere.
Tafel 55. Pegelstände der Etsch in den Stationen I, I/a und II im Juli 1890.
Tafel 56. Ombrometrische Jahres-Diagramme 1876—1890.
Tafel 57. Ombrometrische Monats-Diagramme.
Tafel 58. Uebersicht des hydrographischen Gebietes der Etsch in Tirol.
Tafel 59. Berechnung der Abflussmengen der Etsch in der I. Section.

Messerer.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Weber von Ebenhof, Alfred

Der Gebirgs-Wasserbau (Flussregulierung und Hauptschlucht-Verbauung) im alpinen Etsch-Becken und seine Beziehungen zum Flussbau des oberitalienischen Schwemmlandes
Bd.: [1]

1892

2 A.hydr. 31 f-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11452798-9